Grundzüge
der
analytischen Chemie
unorganischer Substanzen.

Zum Gebrauche

in landwirthschaftlich - chemischen Laboratorien

entworfen

von

Dr. Hermann Ludwig,
Lehrer der Chemie am landwirthschaftlichen Institute zu Jena, des Apotheker-vereins in Norddeutschland und des pharmaceutisch - naturwissenschaftlichen Vereins zu Jena correspondirendem Mitgliede.

Bayerische Staatsbibliothek München

Jena,
Verlag von Carl Doebereiner.
1851.

19. D.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Herrn Geh. Hofrath und Professor

Dr. Friedrich G. Schulze,

Director des landwirthschaftlichen Instituts zu Jena,

und

Herrn Hofrath und Professor

Dr. Heinrich Wackenroder,

Director des pharmaceutischen Instituts daselbst,

aus Hochachtnng und Dankbarkeit

gewidmet

vom Verfasser.

Vorwort.

Die Grundzüge der analytischen Chemie unorganischer Substanzen, welche den Inhalt dieser Blätter bilden, sind vorzugsweise bestimmt, studirenden Landwirthen als Hülfsmittel bei Ausführung chemischer Untersuchungen zu dienen. Zu den wichtigsten Gegenständen der landwirthschaftlich-chemischen Analyse gehören die *Ackererde*, die *Gesteine*, aus deren Verwitterung fortwährend neue Erde entsteht, die *Wässer*, die natürlichen und künstlichen *Mineraldünger*, die *Metalllegirungen*, die *Salze* und *Salzgemenge*. Einfache und sichere Wege zur chemischen Untersuchung dieser Gegenstände zu zeigen, ist der Hauptzweck des vorliegenden Buches. Damit jedoch der Leser eine gründliche Einsicht in den vorgezeichneten Gang der Untersuchung erhalte, war es nöthig, die Lehre von den Wirkungen der hauptsächlichsten Reagentien auf die am häufigsten vorkommenden einfachen und zusammengesetzten Massen vorauszuschicken. Zum Verständniss der Aufeinanderwirkung der Reagentien, der Fällungen und Lösungen, der Abscheidung von Elementen, Säuren, und Basen aus ihren Verbindungen, gehört aber die

Bekanntschaft mit den Lehrsätzen der allgem. Chemie; zur Ausführung quantitativer Analysen insbesondere die Einsicht in die Lehre von den bestimmten Gewichtsverhältnissen bei chemischen Verbindungen und Zersetzungen (die Stöchiometrie). Statt den Leser auf die in den Lehrbüchern der landwirthschaftlichen Chemie zerstreuten Sätze zu verweisen, habe ich es für zweckmässiger gehalten, die wichtigsten Lehrsätze der allgemeinen Chemie, namentlich die Eintheilung der Elemente, der Säuren, Basen und Salze, die stöchiometrischen Gesetze, die Zersetzung u. s. w. betreffend, im ersten Theile dieses Buches zusammenzustellen. Unter den physikalischen Eigenschaften der Körper sind *Dichtigkeit* und *Farbe*, unter den physikalischen Veränderungen derselben *die Umwandlungen ihres Aggregatzustandes durch die Wärme* ausgezeichnete Mittel zur Erkennung der Natur ihrer Masse. Deshalb ist das specifische Gewicht, die natürliche Farbe und das Verhalten der Körper gegen die Wärme einer näheren Betrachtung unterworfen worden. Der Beschreibung des Ganges bei quantitativen Analysen folgt eine Reihe von Analysen, welche von mir während eines 6jährigen Aufenthalts in Jena, theils im Laboratorium des Herrn Hofrath *Wackenroder*, theils in dem des Herrn Geh. Hofrath *Schulze* ausgeführt worden sind.

Zu Vervollständigung des chemisch-geognostischen Bildes der Umgegend von Jena benutzte ich die früher angestellten Untersuchungen meines hochverehrten Lehrers, des Herrn Hofrath Wackenroder, sowie die Analysen des Herrn Prof. E. Schmidt aus Jena. Dass ich aus der grossen Zahl von Bodenanalysen anderer Chemiker nur wenige aufgenommen habe, möge man mir nicht als Ueberschätzung meiner eigenen Analysen auslegen; es war nicht meine Absicht, eine Agriculturchemie oder eine Bodenkunde zu schreiben, sondern vielmehr, Beispiele zu geben, welche, der Natur entnommen, bei ähnlichen Analysen als Anhaltepunkte benutzt werden können. Als Anhang zu den Bodenanalysen finden sich Tabellen über die wasserhaltende und wasseranhaltende Kraft der Erden.

Unter den von mir benutzten Werken hebe ich hervor:

Heinrich Wackenroder's Anleitung zur qualitativen chem. Analyse; Jena, 1836.

Dessen Ausführliche Charakteristik der unorganishcen Salzbasen und Säuren; Jena, 1843.

Dessen Kleine analytisch-chemische Tabellen zur Analyse der unorgan. Verbindung; Jena, 1847.

Heinrich Rose's ausführliches Handbuch der analytischen Chemie; Braunschweig, bei Vieweg, 1851.

Heinrich Will's Anleitung zur chemischen Analyse; Heidelberg, bei Winter, 1851.

Dessen Tafeln zur qualitativen chemischen Analyse.

Eduard Schweizer's praktische Anleitung zur Ausführung quantitativ-chem. Analysen; Chur, b. Wassali, 1848.

Leopold Gmelin's Handbuch der Chemie, 4. Auflage; Heidelberg, b. Winter, 1843.

Otto Bernhard Kühn's System der unorganischen Chemie, Göttingen, b. Vandenhoek und Ruprecht, 1848.

G. Schübler's Grundsätze der Agriculturchemie, 2. Auflage von K. L. Krutzsch; Leipzig, 1838.

R. Fresenius' Lehrbuch für Landwirthe, Forstmänner und Cameralisten; Braunschweig, b. Vieweg, 1847.

Ludwig Schrön's stöchiometrische Hülfstafeln; Hannover, b. Hahn, 1846.

R. F. Marchand's chemische Tafeln zur Berechnung der Analysen; Leipzig, b. J. A. Barth, 1847.

Albert Frickhinger's Katechismus der Stöchiometrie.

C. Fr. Naumann's Elemente der Mineralogie; Leipzig, b. Engelmann, 1850.

J. S. Gehler's physikalisches Wörterbuch; Leipzig, bei Schwickert, 1828. Vierten Bandes 2. Abtheilung. Artikel *Gewicht.*

In meiner frühern Stellung als Assistent am pharmaceutischen Institute zu Jena erfreute ich mich täglich des freundlichen Rathes des Directors desselben; es darf deshalb nicht befremden, wenn hier und da Ansichten Wackenroders in einem anderen Gewande als die meinigen erscheinen sollten. Sind wir Jüngeren auch nicht berufen, die Grundsäulen der Wissenschaft aufzurichten, so findet sich doch für uns Material genug zum Ausbau derselben.

Als einen solchen Beitrag möge man das Folgende freundlich aufnehmen und die Mängel des Gegebenen nicht allzu scharf rügen.

Jena, im Juni 1851. Der Verfasser.

Inhalt.

Seite

Einleitung XIII

Erster Theil.

Einige Lehrsätze aus der allgemeinen Chemie . . . 1

Erster Abschnitt. Von den chemischen Elementen . . . 3
Mineralogische Eintheilung der Elementarmassen . . 4
Physikalische „ „ „ „ . . 6
Chemische „ „ „ „ . . 10

Zweiter Abschnitt. Von den chemischen Verbindungen . . 21
Eintheilung der chemischen Verbindungen . . . 21
Gewichts- und Maassverhältnisse bei chemischen Verbindungen (Stöchiometrie) 27

Dritter Abschnitt. Zersetzung chemischer Verbindungen . . 71

Zweiter Theil.

Qualitative Analyse unorganischer Verbindungen.

Erster Abschnitt. Physikalische Eigenschaften und Veränderungen der unorganischen Massen 82
Absolutes Gewicht 83
Specifisches Gewicht 85
Tabelle der specifischen Gewichte von Flüssigkeiten und festen Substanzen 86
Bestimmung der specifischen Gewichte von Flüssigkeiten und festen Körpern 98
Natürliche Farbe der Massen 107
Verhalten der Mineralkörper gegen den Magneten . . 110
Verhalten der Massen gegen die Wärme . . . 111
I. Flüchtige Massen: A. Sublimirbare, B. Destillirbare, C. Gasförmige Substanzen . . 111
II. Feuerbeständige Massen: A. Schmelzbare, B. Unschmelzbare Substanzen 118

Zweiter Abschnitt. Von den Reagentien 120
Aufzählung, Bereitung und Prüfung der bei qualitativen und quantitativen Analysen unentbehrlichen Reagentien. 121
Lösungsmittel 133

Seite

Allgemeine Bemerkungen über Auflösung . . . 133
Löslichkeit einiger für die Pflanzenernährung wichtigen festen Verbindungen in Wasser von gewöhnl. Temperatur 139
Löslichkeit einiger für die qualitative und quantitative Analyse wichtigen Verbindungen in Wasser oder Weingeist 143

Wirkung der *einzelnen Lösungsmittel* auf unorganische Substanzen 151
Wasser 151
Salpetersäure 154
Salzsäure 155
Königswasser; Schwefelsäure 156
Essigsäure 157
Kalilauge, Natronlauge, Ammoniakflüssigkeit . . 157
Kohlens. Kali 158
Kohlens. Natron 160
Kohlens. Ammoniak 161
Borax und Phosphorsalz 161
Schwefelkalium, Schwefelnatrium, Schwefelammonium 161
Chlorammonium, Chlornatrium 162
Unterchlorigsaures Natron 162
Weingeist 162

Wirkung der *einzelnen Fällungsmittel* auf gelöste unorganische Substanzen 163
Wasser 163
Salpetersäure; Salzsäure 163
Schwefelsäure; schweflige Säure 164
Weinsäure, Gerbsäure 165
Oxalsäure, oxalsaures Kali, oxals. Ammoniak . . 165
Schwefelwasserstoff, Schwefelammonium, Schwefelkalium, Schwefelnatrium 166
Kalilauge und Natronlauge 170
Ammoniakflüssigkeit 171
Kalkwasser 171
Chlorcalcium und salpetersaurer Kalk . . . 172
Chlorbaryum und salpetersaurer Baryt . . . 172
Eisenchlorid, essigsaures Eisenoxyd und schwefelsaures Eisenoxydul 173
Kaliumeisencyanür 174
Zinnchlorür 175
Quecksilberchlorid, salpetersaures Quecksilberoxyd und salpetersaures Quecksilberoxydul . . . 176
Goldchlorid; Platinchlorid 178
Kohlens. Natron, kohlens. Kali, kohlens. Ammoniak 178
Essigs. Natron 179
Phosphors. Natron, phosphors. Ammoniak . . 179
Schwefelsaurer Kalk (Gypswasser) 180
Schwefelsaure Talkerde (Bittersalz) . . . 180
Einfach essigsaures Bleioxyd (Bleizucker) . . 181
Basisch essigsaures Bleioxyd (Bleiessig) . . . 182
Salpetersaures Silberoxyd (Höllenstein) . . . 182

Wirkung der *Farbereagentien* 185
a. Flüssige Farbereagentien 185
Schwefelwasserstoff 185

Seite

Schwefelammonium 186
Kaliumeisencyanür und Kaliumeisencyanid . . . 186
Schwefelcyankalium 187
Einfach essigsaures Bleioxyd 187
Salpetersaures Silberoxyd 187
Eisenchlorid 187
Jodkalium 187
Galläpfelaufguss 188
Indiglösung 188
Stärkekleister 188
b. *Reagenzpapier* 188
Lacmus- und Curcumapapier 188

Dritter Abschnitt. Allgemeiner Gang der qualitativen Analyse unorganischer Substanzen 191
Prüfung fester Substanzen auf trocknem Wege . . 191
Prüfung unorganischer Substanzen auf nassem Wege 195
Tabellen zur Ermitteluug der unorganischen Basen . 201
Tabellen zur Ermittelung der unorganischen Säuren . 245

Vierter Abschnitt. Anwendung und Abänderung des allgemeinen Ganges der qualitativen Analyse in einzelnen Fällen 288
Qualitative Analyse der natürlichen Wässer, namentlich des Quell- und Flusswassers 288
Qualit. Anal. der Aschen, namentlich der Holzaschen, Braunkohlen- und Torfaschen 294
Qualit. Anal. der Knochenasche 301
„ „ „ Ackererde 304
„ „ „ Feldspäthe 312
„ „ des Guano 314
Prüfung der Eisenocher, Raseneisensteine und Brauneisensteine auf Arsen und Phosphorsäure . . 318

Dritter Theil.

Quantitative Analyse unorganischer Verbindungen.

Erster Abschnitt. Allgemeine Regeln für die quantitative Analyse unorganischer Substanzen 323

Zweiter Abschnitt. Gang der quantitativen Analyse einiger für den Landwirth wichtigen Gemenge . . . 331
Quantitative Analyse des Quell- und Flusswassers . 331
„ „ des unreinen Kochsalzes . . 333
„ „ der Kalksteine 340
„ „ „ Dolomite und dolomitischen Kalksteine . . . 346
„ „ „ Ziegelthone . . . 348
„ „ des Gypses 350
„ „ der Mergel 353
„ „ „ Ackererde 362
„ „ „ Holz-, Braunkohlen- und Torfaschen 371
„ „ „ Knochenasche . . . 379
„ „ des Guano 382
„ „ einer Metalllegirung aus Zinn, Blei, Wismuth, Kupfer und Zink . 386
„ „ der Silbermünzen 390
„ „ des Kupferkieses 391

Seite

Prüfung des Essigs auf seinen Gehalt an Essigsäure, auf Verunreinigungen und Verfälschungen . . 394

Dritter Abschnitt. Resultate einiger Analysen von Wässern, Gesteinen, Erden und Aschen 400

Die Wässer von Jena 400
Eisenocher der Driburger Stahlquelle . . . 401
Gesteine und Erden aus der Umgegend von Jena . 403
Gesteine und Erden aus andern Gegenden Thüringens 429
" " " " " " Deutschlands 441
Aschenanalysen 448
Wasserhaltende Kraft der Erden und ihrer Hauptgemengtheile 452
Wasseranhaltende Kraft einiger Erden . . . 460
Register 465
Druckfehler und Verbesserungen 469

Einleitung.

Der Inbegriff unserer Kenntnisse von den sinnlich wahrnehmbaren Dingen, die *Naturwissenschaft*, zerfällt in zwei Reihen von Lehrfächern: in die formbeschreibenden, formerklärenden, und in die inhaltbeschreibenden, inhalterklärenden.

Zu den ersteren gehören *Mineralogie*, *Botanik*, *Zoologie* und *Physiologie*, zu den letzteren *Physik* und *Chemie*.

Die *Mineralogie* betrachtet die Formen der unorgan. Massen; in einem ihrer Theile, der *Krystallographie*, beschreibt sie die *regelmässigen* Formen der unorganischen Körper und führt die mannichfaltig wechselnden Formen dieser Körper auf wenige Grundformen zurück.

Botanik und *Zoologie* beschreiben die *vollendeten* Gebilde der Pflanzen- und Thierwelt; die *Physiologie* giebt die Bildungs- oder Entwickelungsgeschichte der Pflanzen- und Thierformen.

Die *Physik* handelt von den *allgemeinen* Eigenschaften des Inhalts der natürlichen Dinge, *des Stoffs*, den Veränderungen desselben im Allgemeinen und von den *Ursachen* dieser Eigenschaften und Veränderungen, den *Kräften*. Sie bespricht die allgemeinen Eigenschaften der ätherischen Flüssigkeiten (der Imponderabilien) und der wägbaren Stoffe oder der Massen; beschreibt die Erscheinungen der ruhenden oder bewegten ätherischen Flüssigkeiten, der ruhenden oder bewegten Massen und erklärt Ruhe und Bewegung aus dem Widerstreite der Kräfte.

Die *Chemie* betrachtet die *besonderen* Eigenschaften und Veränderungen des wägbaren Stoffs. Sie handelt von der Gleichartigkeit der Masse in Körpern von verschiedener Form, sowie von der Verschiedenartigkeit der Masse in gleich- oder ähnlichgeformten Körpern; sie betrachtet den *inneren Bau der irdischen Massen*, *seine Veränderung*, *Zerstörung und Wiederherstellung* und erklärt die hierher gehörigen Erscheinungen, wie die Physik, als Wirkungen der mit den Massen untrennbar vereinigten Kräfte.

Der Name *Chemie* (französisch *la chimie*, griechisch *χημεία*, *ἡ χυμικὴ τέχνη*) bedeutet ursprünglich die Lehre von den Säften (*ὁ χυμος*, die Flüssigkeit, der Saft); der Begriff dieses Wortes ist aber jetzt in dem obigen weiteren Sinn zu nehmen.

Die Chemie zerfällt in folgende Zweige:

A. *Reine Chemie.*

a) *Theoretische Chemie; allgemeine Chemie.* Das wissenschaftlich-chemische Lehrgebäude, der Inbegriff der chemischen Wahrheiten. Der mathematische Theil der theoretischen Chemie führt den Namen *Stöchiometrie*, Messkunst der chemischen Elemente.

I. *Unorganische Chemie.* Gesetze der Verbindungen und Zersetzungen der ohne Einfluss der Lebenskraft gebildeten Körper.

1) *Pneumatische Chemie.* Verbindung und Trennung der Luftarten oder Gase (*τὸ πνεῦμα*, die Luft, der Geist).

2) *Mineralchemie.* Chemie der festen und flüssigen unorganischen Körper.

II. *Organische Chemie.* Gesetze der unter Einfluss der Lebenskraft vor sich gehenden Verbindungen und Zersetzungen der Massen.

1) *Pflanzenchemie* oder Phytochemie.

2) *Thierchemie* oder Zoochemie.

b) Praktische Chemie. Der Inbegriff der chemischen *Kunstregeln.*

I. *Synthetische Chemie.* Zusammenstellung der Regeln für die Darstellung chemischer Verbindungen.

II. *Analytische Chemie.* Zusammenstellung der Regeln für die Trennung chemischer Verbindungen.

1) *Qualitativ-analytische Chemie.* Inbegriff der Regeln zur schnellen und sicheren Ermittelung der *Natur* chemischer Verbindungen oder ihrer Gemenge.

2) *Quantitativ-analytische Chemie.* Regeln zur genauen *Mengenbestimmung* der Bestandtheile chemischer Verbindungen oder ihrer Gemenge.

Eine Abtheilung derselben ist die *Probirkunst* oder *Docimasie* (von δοκιμάζω, ich prüfe), welche die Methoden zur quantitativen Ermittelung der für die Künste wichtigsten *Metalle* in ihren Verbindungen zusammenstellt.

B. *Angewandte Chemie.*

a) Theoretische Chemie, angewandt zur Erläuterung anderer *Wissenschaften.*

1) *Physikalische Chemie.*
2) *Mineralogische* und *geognostische Chemie* (Geochemie).
3) *Physiologische Chemie.*
4) *Medicinische Chemie.*
5) *Oekonomische (Agricultur-) Chemie.*

b) Praktische Chemie, angewandt zur Erläuterung chemischer Processe in den *Künsten* und *Gewerben* und als Anleitung zur richtigen Darstellung von Gegenständen des gemeinen Lebens, sofern dieselbe auf chemischen Grundsätzen beruht; endlich zur Beförderung der öffentlichen Wohlfahrt.

α) *Technische Chemie.*

1) *Metallurgie*, Gewinnung der Metalle.
2) *Phlogurgie*, Chemie der brennbaren Körper (Kohle, Leuchtgas, Phosphor, Schwefel u. s. w.).

3) *Lithurgie* oder Steinchemie (Kalk-, Gyps-, Cäment-, Ziegel-, Porzellan-Brennerei).

4) *Hyalurgie* oder Glaschemie.

5) *Halurgie* oder Chemie der Salze (Kochsalz, Glaubersalz, Soda, Salpeter, Bittersalz, Alaun, Kupfervitriol, Zinkvitriol, Pottaschebereitung).

6) *Säurenchemie* (Bereitung der Schwefelsäure, Salzsäure, des Scheidewassers, der Essigsäure u. s. w.).

7) *Chromurgie*, Farbenchemie.

8) *Zymotechnie* (von ἡ ζύμη, der Sauerteig, die Hefen; ζύμωμα γῆς, heisst der Pilz, das durch Gährung entstandene) oder *Zythotechnie* (von ὁ ζῦθος, das Bier), Gährungschemie.

β) *Pharmaceutische Chemie;* Darstellung von Arzneikörpern nach chemischen Grundsätzen.

γ) *Gerichtliche Chemie; polizeilich-gerichtliche Chemie;* Ermittelung der Gifte, der Verfälschungen der Lebensmittel u. s. w.

Erster Theil.

Einige Lehrsätze aus der allgemeinen Chemie.

Erster Abschnitt.

Von den chemischen Elementen.

Die Grundlage aller sinnlich wahrnehmbaren Dinge, der *Stoff* derselben, ist entweder *unwägbar*, wie die höchst feine Substanz des Lichts, der Wärme, der electrischen und magnetischen Flüssigkeiten und heisst alsdann *ätherischer Stoff*, *Aether*; oder er ist *wägbar* und heisst *Masse*. Die geformte Masse wird zum *Körper*.

Die einfache, durch kein Mittel weiter in ungleichartige wägbare Stoffe zerlegbare Masse heisst *Grundmasse*, *Elementarmasse*, *chemisches Element* oder kurzweg *Element*.

Die Anzahl der bis jetzt entdeckten Elemente beläuft sich auf 62.

Eintheilung der Elemente.

a) *Mineralogische Eintheilung der Elementarmassen.*

Sie geschieht 1) nach der *allgemeinen Form* oder dem *Aggregatzustande*; 2) nach der *besonderen Form* der festen Massen (nach ihrer *Krystallform* oder der regelmässigen Gestaltung und der *Amorphie* oder der unregelmässigen Gestaltung).

Erste Klasse.

Gasförmige Elemente.

Sie sind bei *gewöhnlicher* Temperatur (+ 10° C.) elastisch-flüssig (luft-, gasförmig).

Man kennt 5 elementare Gase (die bei 10° C. noch Luftform besitzen):

Sauerstoffgas, Fluorgas, Chlorgas, Stickstoffgas (Stickgas), Wasserstoffgas.

Zweite Klasse.

Tropfbarflüssige Elemente.

Sie sind bei gewöhnlicher Temperatur (bei 10° C.) tropfbarflüssig.

Man kennt deren nur zwei:

Brom und Quecksilber. (Brom krystallisirt beim Abkühlen, Krystallform noch unbekannt; Quecksilber erstarrt bei — 40° C. zu Krystallen des regulären Systems.)

Dritte Klasse.

Feste oder starre Elemente.

Sie sind bei gewöhnlicher Temperatur (10° C.) fest.

Man kennt bis jetzt 55 feste Elemente.

Erste Ordnung.

Krystallisirbare feste Elemente.

Erste Gruppe. Elementarmassen, im *tesseralen (regulären)* Systeme krystallisirend:

Blei, Eisen, Gold, Iridium, Kadmium, Kalium, Diamant (a Kohlenstoff), Kupfer, Magnium, Natrium, Palladium, Phosphor, Platin, Silber.

Zweite Gruppe. Im *tetragonalen* (4gliedrigen oder 2- und 1axigen) Systeme krystallisirende Elemente: Zinn.

Dritte Gruppe. Im *hexagonalen* (3- und 1axigen oder 6gliedrigen) und *rhomboëdrischen* (drei und dreigliedrigen) Systeme krystallisirende Elementarmassen:

Antimon, Arsen, Tellur, Wismuth, Zink, Graphit? (b Kohlenstoff).

Vierte Gruppe. Im *rhombischen* System (im 1- und 1axigen oder 2- und 2gliedrigen Systeme) krystallisirende Elementarmassen:

Jod, Schwefel (natürlicher; der künstlich krystallisirte gehört zum 2- und 1gliedrigen System); Selen?

Zweite Ordnung.

Amorphe, unkrystallisirbare feste Elementarmassen.

Hierher müssen bis auf Weiteres alle diejenigen festen Elementarmassen gezählt werden, bei denen man entweder die Krystallisation noch nicht bemerkte oder doch nicht bestimmte; ein grosser Theil derselben wird bei näherer Untersuchung sich als krystallisirbar herausstellen.

Alumium, Baryum, Beryllium, Bor, Calcium, Cer, Chrom, Didym, Erbium, Kobalt, Lanthan, Lithium, Mangan, Molybdän, Nickel, Niobium, Norium, Osmium, Pelopium, Rhodium, Ruthenium, Silicium, Strontium, Tantal, Terbium, Thorium, Titan, Uran, Vanadin, Wolfram, Yttrium, Zirkonium.

Unter ihnen sind vielleicht nur Bor und Silicium als *völlig amorph* zu betrachten, weil beide unschmelzbar sind.

b) *Physikalische Eintheilung der Elementarmassen.*

Sie geschieht 1) nach dem Verhalten gegen *Licht* (nach der Durchsichtigkeit oder Undurchsichtigkeit, der Farbe, dem Glanze); 2) nach dem Verhalten gegen *Electricität* (Leiter oder Nichtleiter der Electricität); 3) nach dem Verhalten gegen *Wärme* (flüchtige oder feuerbeständige, schmelzbare oder unschmelzbare Elementarmassen); 4) nach der *Dichtigkeit* (dem absoluten Gewichte gleicher Raumtheile, d. h. nach dem specifischen Gewicht).

Erste Klasse.

Metalle, metallische Elementarmassen.

Mit Ausnahme des tropfbarflüssigen Quecksilbers bei gewöhnlicher Temperatur starre, mit Ausnahme des Arsens schmelzbare, im starren oder tropfbarflüssigen (geschmolzenen) Zustande *undurchsichtige*, eigenthümlich glänzende, die Wärme und Electricitäten gut leitende einfache Massen. Bis jetzt sind 49 Metalle entdeckt.

Erste Ordnung.

Leichtmetalle.

Hierher sind solche Metalle zu zählen, welche eine *geringere* Dichtigkeit besitzen, als ihre Oxyde (Sauerstoffverbindungen) *).

Metalle.	Spec.Gew.	Beobachter.	Metalloxyd.	Spec.Gew.	Beobachter.
Kalium	0,865	Gay Lussac u. Thenard;	Kaliumoxyd	2,656	Karsten.
Natrium	0,972	Dieselben;	Natriumoxyd	2,805	Derselbe.
Magnium	1,87	Wöhler;	Magniumoxyd	3,200	Derselbe.
Alumium	2,67	Derselbe;	Alumiumoxyd	4,152	Royer und Dumas.
Baryum	4,00	Clarke;	Baryumoxyd	4,732	Karsten.

Ausser den fünfgenannten Metallen rechnet man noch hieher:

Lithium, Strontium, Calcium, Cer, Lanthan, Yttrium, Beryllium, Thorium, Zirkonium, Didym, Erbium, Terbium und Norium; doch kennt man von keinem dieser Metalle das specifische Gewicht.

Die Anzahl der Leichtmetalle ist sonach 18.

*) Die gewöhnliche Definition von Leichtmetall als ein Metall, dessen spec. Gewicht geringer als 5, ist sehr mangelhaft.

Zweite Ordnung.

Schwermetalle.

Sie besitzen eine *grössere* Dichtigkeit als ihre Oxyde (ihre Sauerstoffverbindungen). Ihre specifischen Gewichte liegen zwischen 5 und 22. Ihre Anzahl beträgt 31. Ihren spec. Gew. nach geordnet, sind es die folgenden;

Metall.	Spec. Gew.	Beobachter.	Dichtestes Metalloxyd.	Spec. Gew.	Beobachter.
Arsen	5,628	Karsten.	Arsensäure	3,734	Karsten.
Chrom	5,9	Richter.	Chromoxyd	5,21	Wöhler.
Zink	6,915	Karsten.	Zinkoxyd	5,734	Karsten.
Tellur	6,343	Reichenstein.	Tellursäure	?	
Antimon	6,723	Marchand und Scherer.	Antimonige Säure	6,695	Karsten.
Osmium	7,0	Berzelius.	Osmiumsäure	?	
Zinn	7,291	Karsten.	Zinnoxyd	6,96	Mohs.
Eisen	7,79	Derselbe.	Eisenhammerschlag	5,48	P. Boullay.
Mangan	8,01	John.	Manganbioxyd	4,94	L. Gmelin.
Kobalt	8,513	Berzelius.	Kobaltoxydul	?	
Molybdän	8,62	Bucholz.	Molybdänoxyd	5,666	Buchholz.
Nickel	8,64	Brunner.	Nickeloxyd	?	
Kadmium	8,636	Karsten.	Kadmiumoxyd	6,950	Karsten.
Kupfer	8,94	Marchand und Scherer.	Kupferoxyd	6,430	Derselbe.
Wismuth	9,80	Dieselben.	Gelbes Wismuthoxyd	8,968	P. Boullay.
Silber	10,428	Karsten.	Silberoxyd	8,256	Karsten.
Rhodium	11,2	Cloud.	Rhodiumoxyd	?	
Blei	11,445	Karsten.	Gelbes Bleioxyd	9,50	P. Boullay.
Palladium	11,5	Wollaston.	Palladiumoxydul	?	
Quecksilber	13,55	Regnault.	Rothes Quecksilberoxyd.	11,29	Royer und Dumas.
Iridium	15,888	Berzelius.	Iridiumoxyd	?	
Wolfram	17,4	Bucholz.	Wolframsäure	7,140	Karsten.
Gold	19,3	L. Gmelin.	Goldoxyd	?	
Platin	21,267	Marchand.	Platinoxyd	?	

Die spec. Gewichte der übrigen 7 Schwermetalle: Niobium, Pelopium, Ruthenium, Tantal, Titan, Uran und Vanadin sind noch nicht ermittelt.

Zweite Klasse.

Nichtmetalle.

Sie sind entweder bei gewöhnlicher Temperatur luftförmige Massen, *gasförmige Elemente* und als solche völlig durchsichtige, die Wärme schlecht und die Electricität gar nicht leitende Substanzen oder sie sind tropfbarflüssige Nichtleiter der Electricität (nur das Brom); oder es sind feste, schmelzbare oder unschmelzbare, durchsichtige oder undurchsichtige, die Wärme schlecht und die Electricität nicht leitende Massen.

Man kennt bis jetzt 13 Nichtmetalle.

Erste Ordnung.

Aechte Nichtmetalle.

Völlig durchsichtige, die Wärme schlecht, die Electricitäten nicht leitende Elemente.

Erste Gruppe. Gasförmige Elemente.

Sie sind bei gewöhnlicher Temperatur und noch weit unterhalb derselben luftförmig, und mit Ausnahme des grünlichgelben Chlorgases farblos.

Elemente.		Spec. Gew.: das der atmosph. Luft von 0° C. bei 28Zoll Barometerstand = 1 gesetzt.	Spec. Gew.; wenn das des Wassers von 4° C. = 1 gesetzt wird.	Spec. Gew.: das des Wasserstoffs von 0° C. bei 28Zoll Barometerstand = 1 gesetzt.	Beobachter.
Wasserstoffgas	=	0,0693	$0{,}00008974 = \frac{1}{11143}$	1	Thomson.
Stickstoffgas	=	0,9691	$0{,}0012564 = \frac{1}{796}$	14	Biot u. Arrago.
Sauerstoffgas	=	1,1057	$0{,}0014359 = \frac{1}{696}$	16	Dumas, Boussingault.
Fluorgas	=	1,2964 ?	$0{,}0016739 = \frac{1}{597}$?	19 ?	Berechnung.
Chlorgas	=	2,47	$0{,}0031804 = \frac{1}{311}$	35,5	Gay-Lussac und
Atmosphär. Luft (ein Gemenge aus 20,8 Maas Sauerstoffgas u. 79,2 M. Stickgas)	=	1,0000	$0{,}0012995 = \frac{1}{770}$		Thenard.

Zweite Gruppe. Tropfbarflüssige oder feste ächte Nichtmetalle.

Elemente.	Spec. Gew.; wenn Wasser von 4° C. = 1 gesetzt wird.	Beobachter.
Phosphor (fest)	1,88	Marchand.
Schwefel (fest)	2,0454	Marchand u. Scherer.
Brom (tropfbarflüssig)	2,99 bei 15° C.	Löwig.

Zweite Ordnung.

Metalloide (metallähnliche Nichtmetalle).

Sie besitzen nicht die Gesammtheit, aber unter Umständen einzelne der den Metallen zukommende Eigenschaften.

Hierher der Kohlenstoff, das Bor, Silicium, das Selen und Jod.

Als *Diamant* ist der *Kohlenstoff* durchsichtig, schlechter Wärmeleiter und Nichtleiter der Electricität; als *Graphit* und reine *Pflanzenkohle* ist er dagegen undurchsichtig, metallglänzend, guter Leiter der Electricität.

Das *Bor* und *Silicium* sind *undurchsichtige* Nichtleiter der Electricität.

Das *Jod* ist im festen Zustande ein durchsichtiger Nichtleiter, im geschmolzenen Zustande dagegen ein durchsichtiger Leiter der Electricität.

Das *Selen* ist eine in dünnen Flitterchen, mit rubinrother Farbe durchsichtige Masse, in festem Zustande metallischglänzend, Nichtleiter der Electricität; im geschmolzenen Zustande dagegen Electricitätsleiter.

Elemente.	Spec. Gew.; wenn das des Wassers von 4° C. = 1 gesetzt wird.	Beobachter.
Kohlenstoff:		
a) Holzkohlen, höchstens	1,57	L. Gmelin.
b) Graphit, höchstens	2,33	Karsten.
c) Diamant	3,52	Mohs.
Selen	4,32	Berzelius.
Jod	4,948 bei 17° C.	Gay-Lussac.
Bor	?	
Silicium	?	

c) *Chemische Eintheilung der Elementarmassen.*

Sie geschieht 1) nach den chemischen Eigenschaften der *Verbindungen*, welche aus der Vereinigung der Elemente unter einander hervorgehen, 2) nach den *Erscheinungen*, welche während der chemischen Vereinigung beobachtet werden.

Eine der allgemeinsten Erscheinungen bei chemischen Verbindungen ist die *Wärmeentwickelung* während der Vereinigung; sie steigert sich oft bis zum lebhaftesten Glühen der vereinigten Massen und heisst dann *Verbrennung*. Die eine der verbundenen Massen kann als die *Grundlage (das Radical, Elementarradical)* betrachtet werden, an welche sich die zweite mit *verborgener Wärme* verbundene *zündende Masse (der Zünder)* anlegt, oder in welche die letztere eindringt und dieselbe umwandelt. Bei dieser Umwandlung wird die mit dem Zünder verbundene Wärme in Freiheit gesetzt und äussert sich als *fühlbare Wärme*, als *Feuer* (Licht und Wärme). Diese Annahme schliesst den Fall nicht aus, wo auch in der verbrennlichen Grundlage eine gewisse Menge verborgener Wärme vorhanden ist, welche bei ihrer Verbindung mit einem Zünder ebenfalls frei wird. —

Unter den Eigenschaften der zusammengesetzten Massen, welche aus der Vereinigung verbrennlicher Elemente mit überwiegenden Mengen eines zündenden Elements, oder aus der Verbindung zündender Elemente unter einander entstehen, tritt der *saure Geschmack* besonders hervor, sowie das Vermögen, *gewisse blaue Pflanzenfarben*, *unter ihnen das blaue Lacmus*, (ein Farbstoff, welcher bei der Fäulniss der Roccella tinctoria, oder der Lacmusflechte unter Mitwirkung des Ammoniaks und kohlensauren Kalks entsteht) zu *röthen*. Diese Verbindungen führen den Namen *Säuren*. In den Säuren findet sich noch ein Theil der *verborgenen Wärme* des darin herrschenden Zünders. Eine andere Reihe von Verbindungen, welche aus der Vereinigung der *Zünder mit verbrennlichen Elementen* hervorgehen, besitzt die Fähigkeit, den sauren Geschmack der Säuren zu vermindern, oder gänzlich aufzuheben und in einen faden oder salzigen, bitterlichen, süssen, ekelhaft metallischen

oder herben u. s. w. umzuwandeln, sobald irgend eine Säure mit einer solchen Verbindung im gehörigen Verhältnisse vermischt wird. Gleichzeitig hat die entstandene Verbindung theilweise oder ganz die Fähigkeit verloren, das blaue Lacmus zu röthen. Solche, die Säuren abstumpfenden, neutralisirenden Verbindungen nennt man *Basen* (von *Basis* die Grundlage) und die entstandene Verbindung aus Säure und Base heisst ein *Salz*. In dem letzteren ist also die Base oder Basis eine *zusammengesetzte Grundlage*, an welche die Säure sich anschliesst, ähnlich dem Radicale oder der einfachen, elementaren Grundlage, an welche der elementare Zünder sich anlegt. Die *Salzbildung* ist eine durch die Säure fortgesetzte Verbrennung der Basis; in der That enthalten alle Basen im *Verhältniss* weit geringere Mengen von Zünder als die Säuren, ja manche Basen sind nur Verbindungen *zweier* Radicale (zweier verbrennlichen Elemente).

Die im Wasser *unlöslichen* Säuren und Basen heissen, wenn sie farblos sind, *erdige Säuren*, *erdige Basen;* die letzteren auch kurzweg *Erden*. In Folge ihrer Unlöslichkeit im Wasser sind sie ohne Geschmack und ohne Wirkung auf das blaue oder rothe Lacmuspapier.

Die im Wasser *löslichen* Basen besitzen entweder einen *ätzenden*, *scharfen*, *schrumpfenden* Geschmack und die Fähigkeit das geröthete Lacmuspapier zu bläuen, sowie das mit dem gelben Farbstoff der Curcumawurzel getränkte Papier zu bräunen; man nennt sie *Alkalien* (die leichtlöslichen unter ihnen heissen schlechtweg Alkalien, die schwerlöslichen *erdige Alkalien* oder *Erdalkalien*) — oder sie besitzen einen *salzigen* Geschmack, bläuen nur in seltenen Fällen das geröthete Lacmuspapier, bräunen noch seltener das gelbe Curcumapapier; man kann sie *salzähnliche Basen*, *Halobasen* nennen (die Haloidsalze von Berzelius). — Eine nicht geringe Anzahl im Wasser löslicher, nicht sauer schmeckender Verbindungeu werden ebenfalls zur Klasse der Säuren gezählt, weil sie die Fähigkeit haben, das Lacmusblau zu röthen und mit Basen Verbindungen einzugehen. Säuren und Basen sind zusammengesetzte Massen vom entgegengesetzt chemischen Eigenschaften; aus ihren Verbindungen untereinander, aus den Salzen werden die Basen durch die *negative*, die Säuren durch die *positive* Electricität abge-

schieden; sie nehmen dabei diese Electricitäten in sich auf. Basen sind sonach positiv chemische, Säuren dagegen, negativ chemische Verbindungen.

Ausser den Säuren und Basen erzeugen die Zünder bei ihrer Vereinigung mit den verbrennlichen Elementen Verbindungen, welche sich weder den Säuren, noch den Basen zuzählen lassen, aber sich mit beiden verbinden. Man kann sie *zweideutige*, *neutrale* Verbindungen nennen (dahin gehört z. B. das Wasser und die Kieselerde).

Endlich existiren Verbindungen der Zünder mit Radicalen, in denen kein *Vereinigungsbestreben* mit anderen Verbindungen bemerkbar ist; sie führen den Namen *indifferente* Verbindungen (hierher z. B. das Phosphoroxyd).

Erste Klasse.

Elementarzünder oder Säurezeuger.

Sie vereinigen sich mit den meisten übrigen Elementen unter Feuererscheinung zu luftförmigen, tropfbarflüssigen oder festen Verbindungen, die bald farblos, bald gefärbt, häufig durchsichtig, zuweilen undurchsichtig erscheinen, im Wasser entweder löslich oder unlöslich sind, bald sauer, bald scharf, bald metallisch, bald salzig schmecken. Durch den electrischen Strom aus diesen Verbindungen abgeschieden, treten sie am Leitungsdrahte der positiven Electricität auf und vereinigen sich mit derselben. Deshalb heissen sie auch *negative Elemente.* Untereinander vereinigen sie sich immer zu *Säuren;* desgleichen mit dem Wasserstoff; nur der Sauerstoff liefert mit demselben das neutrale Wasser. Da alle binären (aus zwei Elementen bestehenden) Säuren wenigstens einen Zünder enthalten, da ferner aus basischen Verbindungen durch Zunehmen des Zünders Säuren entstehen, da endlich sämmtliche Verbindungen der Zünder untereinander Säuren sind, so ist der Name Säurezeuger wohl gerechtfertigt. Wie der Name sagt, schrieb man die Fähigkeit, Säuren zu bilden, früher nur dem Sauerstoff zu; diese Fähigkeit besitzen aber ausserdem noch das Fluor, Chlor, Brom, Jod, der Schwefel, das Selen und das Tellur; sie sind gleich dem Sauerstoff Säurezeuger. Aus den Verbindungen des Sauerstoffs mit den übrigen Säurezeugern wird der erstere im-

mer am Leitungsdraht der positiven Electricität abgeschieden, er ist also unter allen Zündern der negativste, folglich auch unter allen Elementen das negativste.

Erste Gruppe: Säure- und Erdzeuger.

Sauerstoff und Fluor.

Die Sauerstoffverbindungen der übrigen *Zünder* sind im Wasser lösliche Säuren. Die Sauerstoffverbindungen der *Metalle* sind entweder im Wasser lösliche farblose Basen (Alkalien und Erdalkalien) oder farblose im Wasser unlösliche Basen, welche beim heftigsten Glühen durch Kohle nicht zerlegt werden (Erden, erdige Basen), oder farblose und farbige, durch Kohle zerlegbare, im Wasser lösliche oder unlösliche, basische oder saure Metalloxyde. Die Sauerstoffverbindungen der nichtmetallischen Radicale sind entweder Säuren oder neutrale, oder indifferente Verbindungen. Die Kieselerde und das Wasser sind die am meisten ausgezeichneten Sauerstoffverbindungen, beide durch ihre Neutralität, ihre Verbindungsfähigkeit, die erstere durch ihre Feuerbeständigkeit. Mit dem Platin, Gold, Silber, Iridium, Palladium vereinigt sich Sauerstoff nicht direkt, mit dem Fluor gar nicht.

Das *Fluor* erzeugt bei seiner Verbindung mit den Zündern (Sauerstoff ausgenommen) und den nichtmetallischen Radicalen Säuren, so namentlich mit Schwefel, Wasserstoff und Silicium. Das dem feuerbeständigen neutralen Siliciumoxyd (der Kieselerde) entsprechende Fluorsilicium ist ein *saures Gas* (gleich dem Fluorwasserstoff, der dem neutralen Wasser entsprechenden Verbindung). Mit den Alkalimetallen liefert es *alkalische* Fluormetalle; nur das Fluorcalcium und Fluorbaryum sind neutrale erdige Massen. Mit den edeln Metallen vereinigt es sich direkt.

Ein Gesammtcharakter des Fluors und Sauerstoffs liegt in der Fähigkeit beider Elemente, durch ihre Vereinigung mit den cohärenten undurchsichtigen, glänzenden Metallen pulvrige, durchsichtige, glanzlose Substanzen, *Erden* zu bilden; daher der Name Erdzeuger für beide Elemente.

Zweite Gruppe: Säure- und Salzzeuger.

Chlor, Brom und Jod.

Das *Chlor* erzeugt bei seiner Verbindung mit dem Sauerstoff mehrere Säuren; die Vereinigung geschieht auf Umwegen, nicht direkt. In diesen Säuren stellt sich das Chlor dem Sauerstoff gleichsam als Radical entgegen. Auch mit den übrigen Zündern (dem Fluor ausgenommen), den nichtmetallischen Radicalen (z. B. dem Wasserstoff, dem Silicium) und mit einem Theile der Metalle vereinigt sich das Chlor unter Feuererscheinung zu Säuren, die sich im Wasser entweder unverändert oder unter Zersetzung auflösen. Mit Ausnahme des Chlorsilbers und Quecksilberchlorürs lösen sich alle Chloride im Wasser. Man könnte deshalb das Chlor den *Auflöser* nennen.

Mit den Alkalimetallen und Erdalkalimetallen vereinigt sich das Chlor unter Feuererscheinung zu neutral reagirenden, salzig schmeckenden, nur auf einige sauer reagirende Chloride neutralisirend (als Basen) wirkende Massen, welche mit wässrigen Sauerstoffsäuren in Berührung gebracht unter Abscheidung von Chlorwasserstoff in Sauerstoffsalze umgewandelt werden. Diese neutral reagirenden Chloride führen wohl passend den Namen *Halobasen* (salzähnliche Basen); in wässriger Lösung können sie sämmtlich als salzsaure oder chlorwasserstoffsaure Metalloxyde (z. B. das Kochsalz als chlorwasserstoffsaures Natriumoxyd) mithin als *wirkliche gemischte Salze* betrachtet werden. Der von Berzelius dem Chlor und den ihm ähnlichen Elementen Brom und Jod beigelegte Name Salzzeuger ist demnach sehr bezeichnend. Mit den edlen Metallen vereinigt sich das Chlor direkt, oft unter Feuererscheinung zu sauren Chloriden.

Brom und Jod verhalten sich gegen die übrigen Elemente ähnlich wie das Chlor; nur sind sie schwächere Zünder als das letztere; das Jod ist der schwächste unter ihnen. Denn aus Brom- und Jodverbindungen treibt Chlor das Brom und Jod aus; das Brom dagegen aus Jodverbindungen das Jod.

Dritte Gruppe: Säure- und Erzzeuger.

Schwefel, Selen und Tellur.

Der *Schwefel* vereinigt sich mit Sauerstoff *direkt* unter Feuererscheinung zu schwefliger Säure; er geht ausserdem auf

indirektem Wege noch mehrere Verbindungen mit Sauerstoff ein, welche sämmtlich Säuren sind. Er verhält sich sonach gegen Sauerstoff als verbrennliches Element (als Radical). Auch mit Fluor, Chlor, Brom, Jod geht der Schwefel Verbindungen ein, welche saure Beschaffenheit besitzen; er stellt sich diesen Elementen ebenfalls als Radical entgegen. Gegen die übrigen Elemente verhält er sich jedoch als Zünder, besonders gegen die meisten Metalle, mit denen er unter Feuererscheinung chemische Verbindungen eingeht. Die Verbindungen der Alkali- und Erdmetalle mit Schwefel sind im Wasser lösliche alkalische Basen (Sulfobasen), welche das Curcumagelb bräunen und das Lacmusroth bläuen. Die Schwefelverbindungen der übrigen Metalle (mit Ausnahme der Erdmetalle) sind im Wasser unlösliche, mitunter aber in wässrigen Sulfobasen lösliche Massen, häufig schwarz, mitunter braun, roth, gelb gefärbt, selten farblos. Die Schwefelmetalle finden sich sehr häufig in der Natur und führen den Namen *Kiese* (z. B. Eisenkies oder Schwefeleisen), *Glanze* (z. B. Antimonglanz oder Schwefelantimon) und *Blenden* (Arsenblende, Rubinblende oder Schwefelarsen) oder *Erze* (Fahlerz oder Schwefelantimon — Schwefelsilber u. s. w.)

Obgleich man nun unter *Erz* auch Metallgemische und Sauerstoffverbindungen (z. B. Eisenerz, Zinnerz) begreift, so passt doch der Name Erzzeuger am besten für den Schwefel und die ihm ähnlichen Zünder Selen und Tellur, indem diese drei Elemente bei ihrer Vereinigung mit den meisten Metallen wohl die Cohäsion der letztern vermindern, die Farbe verändern, aber doch den *Metallglanz* nicht vernichten, wie es durch die Salzzeuger immer, durch die Erdzeuger in den meisten Fällen geschieht. *Erz* ist aber eine metallglänzende schwere Masse, welche unter Einwirkung der Wärme, der Luft und der Kohle schweres Metall hergiebt. Mit dem Gold vereinigt sich der Schwefel nicht direkt, wohl aber mit Platin (Platinschwamm); Silber und Quecksilber. Mit dem Wasserstoff vereinigt sich der Schwefel schwierig direkt, leicht auf Umwege zu *saurem* Schwefelwasserstoff.

Das metallähnliche *Selen* und das metallische *Tellur* verhalten sich gegen Sauerstoff, Wasserstoff und Metalle dem Schwefel ähnlich (Selenblei und Tellurgold sind natürlich vor-

kommende metallglänzende undurchsichtige Massen). Gegen den Schwefel verhalten sie sich als Sulfosäureradicale (siehe diese), d. h. sie haben grössere Verbindungsneigung für Schwefel als für Sauerstoff und Chlor, und bilden mit demselben gefärbte, im Wasser unlösliche, in Schwefelalkalimetall lösliche Verbindungen.

Zweite Klasse.

Elementarradicale oder verbrennliche Elemente.

Durch den electrischen Strom aus ihren Verbindungen mit den Elementarzündern abgeschieden, treten sie am Leitungsdrahte der *negativen* Electricität auf und vereinigen sich mit derselben; deshalb heissen sie auch *positive* Elemente.

Unter einander vereinigen sie sich

1) zu *zusammengesetzten Radicalen*, d. h. zu Verbindungen, welche mit Elementarzündern vereinigt, Basen, Säuren, neutrale und indifferente Verbindungen liefern;

2) zu *Basen;* 3) zu *indifferenten Verbindungen.*

Mit dem Wasserstoff vereinigen sich die Elementarradicale entweder gar nicht, oder nur schwierig; die daraus hervorgehenden Verbindungen sind *indifferenter* oder *basischer* Natur.

Erste Ordnung.

Oxydradicale.

Sie haben zu dem Sauerstoff die grösste Verbindungsneigung.

Erste Gruppe: Säureradicale.

Sticktsoff, Phosphor, Bor, Kohlenstoff.

Ihre höchsten Oxydationsstufen sind Säuren, ihre Wasserstoffverbindungen entweder Basen oder indifferente Substanzen, ihre Verbindungen mit Metallen sind metallähnlich.

Zweite Gruppe: Erd- und Ocherradicale.

Ihre Oxyde sind entweder gar nicht oder schwierig durch Glühen mit Kohle zu reduciren (zu Metall zurückzuführen); Schwefelwasserstoff verändert ihre wasserhaltigen Oxyde nicht. Sie verbinden sich nicht mit Wasserstoff.

a) *Erdsäureradicale oder Erdsäuremetalle.*

Silicium, Titan, Niobium, Pelopium, Tantal.

Ihre höheren Oxydationsstufen sind farblose, im Wasser unlösliche oder schwerlösliche, geschmacklose erdige Pulver, nur schwierig mit Säuren, leicht mit Basen verbindbar: *erdige Säuren* oder *Erdsäuren* (Kieselsäure, Titansäure u. s. w.).

b) *Erdbasenradicale* (Erdbasenmetalle, Erdmetalle).

Alumium (Thonerde- oder Alaunerdemetall); *Beryllium* (Beryllerde- oder Süsserdemetall); *Zirkonium* (Zirkonerde- oder Hyacintherdemetall); *Yttrium* (Yttererde- oder Gadolinerdemetall); *Terbium* (Terbinerdemetall); *Thorium* (Thorerdemetall).

Die Sauerstoffverbindungen dieser Elemente, die *basischen Erden* sind farblos, im Wasser unlöslich und deshalb geschmacklos, feuerbeständig, durch Glühen mit Kohle nicht zerlegbar. Sie lösen sich leicht in Säuren und gehen selbst mit Kohlensäure Verbindungen ein (mit Ausnahme der Thonerde).

c) *Ocherradicale* (Ochermetalle).

Chrom, Cerium, Didym, Erbium, Lanthan, Uran.

Ihre höheren Oxydationsstufen sind nichtmetallische, gefärbte Pulver (Ocher) von basischen (bei Chrom auch von sauren) Eigenschaften.

(Lanthanoxyd ist röthlichweiss, Erbinoxyd gelb, Ceroxyd und Uranoxyd sind ziegelroth, Didymoxyd ist braun, Chromoxyd grün, Chromsäure braunroth.)

Zweite Ordnung.

Chloridradicale.

Sie haben zu dem Chlor eine grössere Verbindungsneigung als zu Sauerstoff und Schwefel.

Erste Gruppe. Einziger Repräsentant: *Wasserstoff* (Wasserradical).

Liefert mit *Sauerstoff* das neutrale Wasser; dieses wird zerlegt durch Chlor im Lichte, unter Bildung von Chlorwasserstoff und Abscheidung des Sauerstoffs.

Mit den übrigen *Zündern* bildet der Wasserstoff Säuren; Chlor zerlegt sie (mit Ausnahme des Fluorwasserstoffs) in Chlorwasserstoff und freien Zünder.

Mit den Säureradicalen vereinigt sich der Wasserstoff zu basischen oder neutralen Verbindungen.

Zweite Gruppe: Alkalimetalle.

Kalium, Natrium, Lithium.

Ihre Oxyde oder die Alkalien und Sulfide oder die Sulfalkalien lösen sich leicht im Wasser; diese Lösungen bläuen das durch Säuren geröthete Lacmus. Die gewässerten Oxyde (Alkalihydrate) und die kohlensauren Alkalien geben beim heftigsten Glühen ihr Wasser oder ihre Kohlensäure nicht vollständig her. Die kohlensauren Alkalien sind leicht löslich im Wasser, desgleichen die phosphorsauren und schwefelsauren Alkalien.

Die Alkalien neutralisiren die Säuren vollständig; sie sind die stärksten Basen.

Dritte Gruppe: Erdalkalimetalle.

Baryum, Strontium, Calcium, Magnium.

Ihre Oxyde, die *Erdalkalien*, sind schwer löslich im Wasser; sie neutralisiren die Säuren vollständig.

Die kohlensauren, phosphorsauren und schwefelsauren Erdalkalien sind (mit Ausnahme des leichtlöslichen schwefelsauren Magniumoxyds) schwerlöslich oder fast unlöslich im Wasser. Die gewässerten und die kohlensauren Erdalkalien verlieren bei starkem Glühen ihr Wasser und ihre Kohlensäure vollständig.

Das Magnium (Talkerde- oder Bittererdemetall) bildet den Uebergang der Erdalkalimetalle zu den Erdbasenmetallen, indem es sehr schwer im Wasser löslich ist, und mit Chlor verbunden ein neutrales Chlorid bildet, das beim Abdampfen seiner wässrigen Lösung sich unter Verflüchtigung von Salzsäure, theilweise in Oxyd verwandelt. Die wässrige Lösung aller übrigen Chloride der Alkali- und Erdalkalimetalle kann ohne Zersetzung zur Trockne verdampft werden.

Dritte Ordnung.

Sulfidradicale oder Erzmetalle (Erzradicale).

Sie haben zu dem Schwefel eine grössere Verbindungsneigung als zu Sauerstoff und Chlor. Schwefelwasserstoff verwandelt ihre wasserhaltigen Oxyde in Schwefelmetalle.

Erste Gruppe: Unedle Erzmetalle.

Sie vereinigen sich direkt mit Sauerstoff; die entstandenen Oxyde verlieren auch beim heftigsten Glühen höchstens einen Theil, nie allen Sauerstoff.

Durch Glühen mit Kohle wird aus den Oxyden das Erzmetall wieder abgeschieden.

Erste Reihe: Sulfobasenradicale (positive unedle Erzmetalle).

Mangan, Eisen, Nickel, Kobalt, Zink, Kadmium, Blei, Kupfer.

Sie vereinigen sich mit Schwefel zu basischen Schwefelmetallen (Sulfobasen), welche sämmtlich im Wasser unlöslich sind, schwarze (Schwefel-Blei, -Kupfer, -Kobalt, -Nickel, -Eisen) oder gelbe (Schwefelkadmium) oder weisse Farbe (Schwefelzink, Schwefelmangan) besitzen, und mit den Schwefelverbindungen der übrigen unedlen Erzmetalle salzähnliche, im Wasser unlösliche Verbindungen eingehen. — Ihre Sauerstoffverbindungen sind meistens *gefärbt*. Sie entsprechen also den Ocherradicalen. Beim Glühen ihrer Schwefelverbindungen an der Luft verbrennen diese zu schwefliger Säure, schwefelsauren Oxyden und reinen Oxyden.

Zweite Reihe: Sulfosäurenradicale (negative unedle Erzmetalle).

(Selen, Tellur), Arsen, Antimon, Wismuth, Zinn, Molybdän, Vanadin, Wolfram, Osmium.

Sie vereinigen sich mit Schwefel zu sauren Schwefelmetallen (Sulfosäuren), welche sämmtlich im Wasser unlöslich sind, *gelbe* (Schwefelselen, -Arsen, -Antimon, Zinnsulfid) oder *braune bis schwarzbraune* (Zinnsulfür; Schwefel-Wismuth, -Tellur, -Molybdän, -Vanadin, -Wolfram, -Osmium) Farbe besitzen und mit den basischen Erzmetallsulfiden Verbindungen eingehen.

Selen und Tellur sind schon bei den Zündern aufgeführt worden, wohin sie gewöhnlich gerechnet werden. Gegen Elementarradicale verhalten sie sich dem Schwefel ähnlich; gegen Elementarzünder verhalten sie sich wie die negativen Erzmetalle.

Die höheren Oxydationsstufen der negativen Erzmetalle sind farblose oder gefärbte, im Wasser unlösliche oder darin lösliche und dann das Lacmuspapier röthende Substanzen, *Metallsäuren*. Sie entsprechen also den nichtmetallischen Säureradicalen.

Zweite Gruppe: Edle Erzmetalle. Edle Metalle.

Sie zeigen die geringste Verbindungsneigung für Sauerstoff, eine grössere für Schwefel und Chlor. Sind sie auf Umwegen mit Sauerstoff verbunden worden, so geben sie denselben beim Glühen wieder ab und gehen in den metallischen Zustand zurück.

Erste Reihe.

Quecksilber und Rhodium.

Sie vermögen sich direkt mit Sauerstoff zu verbinden; die bei geringerer Hitze entstandenen Oxyde zerlegen sich beim stärkeren Glühen wieder in Metall und Sauerstoffgas.

Zweite Reihe.

Silber, Gold, Palladium, Iridium, Platin.

Sie verbinden sich direkt nicht mit Sauerstoff. (Nur das schmelzende Silber verschluckt etwas Sauerstoff, etwa so, wie das Wasser die Gase absorbirt; beim Erkalten entweicht der Sauerstoff wieder und lässt das Silber rein zurück.)

* ***Ruthenium*** und ***Norium*** sind noch zu wenig bekannt, um sie an gehöriger Stelle einreihen zu können.

Zweiter Abschnitt.

Von den chemischen Verbindungen.

Mit chemischer Verbindung bezeichnet man sowohl den *Process* (den Vorgang), als auch das *Produkt* der Vereinigung einfacher oder zusammengesetzter ungleichartiger Massen zu neuen zusammengesetzten, aber völlig gleichartig scheinenden Massen. Sie erfolgt nur nach bestimmten Maass- und Gewichtsverhältnissen; nur zwischen *gewissen* Massen, nicht zwischen allen und jeder und zwar nur zwischen solchen, welche mit entgegengesetzt chemischen Anziehungskräften, *entgegengesetzten Affinitäten* begabt sind; z. B. zwischen positiven Elementen (Radicalen) und negativen (Zündern); zwischen schwächer positiven und stärker positiven Radicalen und Zündern; zwischen positiven zusammengesetzten Massen (Basen und positiven Salzen) und negativen zusammengesetzten Massen (Säuren und negativen Salzen).

Eintheilung der chemischen Verbindungen.

Sie geschieht: 1) nach der *Zahl der in den Verbindungen vereinigten Elemente* in *binäre*, wenn zwei, *ternäre*, wenn drei, *quaternäre*, wenn vier, *quinäre*, wenn fünf Elemente darin vorkommen. Eine Formel, in welcher die zusammengetretenen Elemente einfach neben einander gestellt sind, ohne Andeutung der Art ihres Verbundenseins, heisst eine *empirische*.

Beispiele:

Wasser = (H+O) ist eine binäre, Essigsäure = (C+H+O) eine ternäre, Blattgrün = (C+H+N+O) eine quaternäre, Gallensäure = (C+H+N+S+O) eine quinäre Verbindung; die gebrauchten Formeln sind empirische.

2) Nach der *Zahl von Vereinigungsprocessen*, welche nöthig waren, um die Verbindung zu erzeugen in Verbindungen 1ster, 2ter, 3ter, *n*ter Ordnung; man unterscheidet allgemein

Verbindungen erster und Verbindungen höherer Ordnung. Eine Formel, welche solches ausdrückt, hat schon einen Anspruch auf den Namen einer *rationellen*.

Beispiele:

Wasser = (H+O) ist eine Verbindung erster Ordnung;

Essigsäure = [(C+H)+O] eine Verbindung zweiter Ordnung;

(Ca+O)+(H+O) ist ebenfalls eine Verbindung zweiter Ordnung, weil durch den ersten Verbindungsprocess dort Calcium und Sauerstoff, hier Wasserstoff und Sauerstoff zusammentreten; in zweiter Aufeinanderwirkung entstand aus der Vereinigung von Kalk und Wasser Kalkhydrat.

Verbindungen erster Ordnung entstehen nur aus der Vereinigung zweier Elemente: ihre allgemeine Bezeichnung ist sonach

$$(xA+yB).$$

Verbindungen zweiter Ordnung sind entweder entstanden durch Vereinigung einer Verbindung erster Ordnung mit einem *dritten Element*, oder zweier Verbindungen erster Ordnung untereinander.

Ihre allgemeine Bezeichnung ist:

I. $(xA+yB)+zC.$

II. $(xA+yB)+(nC+mD).$

Verbindungen dritter Ordnung entstehen aus der Vereinigung einer Verbindung zweiter Ordnung mit einer Verbindung erster oder zweiter Ordnung.

Verbindungen vierter Ordnung entstehen aus der Vereinigung einer Verbindung dritter Ordnung mit einer Verbindung erster, zweiter oder dritter Ordnung.

Die Formeln für Verbindungen dritter und vierter Ordnung lassen sich nach der gegebenen Erklärung leicht bilden.

(Verbindungen, entstanden durch Hinzutreten eines neuen *Elements* zu einer Verbindung zweiter oder dritter Ordnung, kommen nicht vor.)

3) Nach der *chemischen Natur* der Verbindungen: in *Säuren*, *Basen*, *zweideutige*, *neutrale*, *indifferente* Verbindungen, *zusammengesetzte Radicale*, *Salze*, *Doppel-*, *Tripelsalze*.

Von den zusammengesetzten Radicalen.

Mit diesem Namen bezeichnet man nur solche Verbindungen von Elementarradicalen, welche mit Elementarzündern oder unter einander vereinigt Basen, Säuren, neutrale und indifferente Verbindungen bilden können (siehe oben bei den Elementarradicalen).

Die bis jetzt bekannt gewordenen *zusammengesetzten Radicale* sind hauptsächlich Verbindungen des *Kohlenstoffs mit Wasserstoff oder Stickstoff* und des *letzteren* mit *Wasserstoff*. Sie lassen sich in *positivere* und *negativere* zusammengesetzte Radicale sondern; die ersteren entsprechen in ihrem chemischen Verhalten den Elementarradicalen, die letzteren den Elementarzündern; man könnte sie deshalb auch als *Binarradicale* und *Binarzünder* (Binarsäurezeuger) unterscheiden.

Beispiel eines Binarzünders:

Cyan, eine Verbindung von Kohlenstoff mit Stickstoff; mit Wasserstoff verbunden erzeugt es Cyanwasserstoffsäure; mit Kalium das basische Cyankalium.

Beispiel eines Binarradicals:

Ammonium, eine Verbindung von Stickstoff mit Wasserstoff; mit Chlor verbunden bildet es das Chlorammonium, eine salzähnliche Basis (Halobasis), mit Sauerstoff das Ammoniumoxyd, eine alkalische Sauerstoffbasis.

Von den Säuren und Basen.

Säure ist eine mit *negativer chemischer Anziehungskraft begabte vereinigungsfähige Verbindung* eines Zünders mit einem einfachen oder zusammengesetzten Radical oder eines Zünders mit einem anderen Elementar- oder Binarzünder.

Nach der *Zahl* der Elemente, welche in einer Säure mit einander vereinigt sind, unterscheidet man *binäre*, *ternäre*, *quaternäre Säuren*, z. B. Kohlensäure (C+O), Essigsäure (C+H+O), Harnsäure (C+H+N+O).

Nach der *Art des Zünders* in den Säuren unterscheidet man:

1) *Sauerstoffsäuren*, z. B. Salpetersäure (N+O), Chlorsäure (Cl+O), Schwefelsäure (S+O), Bromsäure (Br+O), Jodsäure (J+O), Selensäure (Se+O).
2) *Chlorsäuren*, z. B. Chlorwasserstoffsäure (H+Cl); Chlorquecksilbersäure (Hg+Cl).
3) *Sulfosäuren*, z. B. Schwefelwasserstoffsäure (H+S).
4) *Bromsäuren*, z. B. Bromwasserstoff (H+Br).
5) *Jodsäuren*, z. B. Jodwasserstoff (H+J).
6) *Fluorsäuren*, z. B. Fluorwasserstoff (H+F).
7) *Selensäuren*, z. B. Selenwasserstoff (H+Se).

Nach der *Art des Radicals* unterscheidet man:

1) *Wasserstoffsäuren*, z. B. die genannten Wasserstoffverbindungen des Chlors, Schwefels, Broms, Jods, Fluors und Selens.
2) *Metallsäuren*, oder Verbindungen der Metalle mit Sauerstoff und anderen Zündern.
3) *Mineralsäuren*, oder saure Verbindungen nichtmetallischer Elemente mit Sauerstoff.
4) *Unorganische Säuren* oder Säuren mit einfachem Radical.
5) *Organische Säuren* oder Säuren mit zusammengesetztem Radical.

Basis ist eine mit *positiver* chemischer Anziehungskraft begabte *vereinigungsfähige* Verbindung eines einfachen oder zusammengesetzten Radicals mit einem Zünder (sowohl Elementar- als Binarzünder), oder mit einem anderen Radical (sowohl Elementar- als Binarradical).

Nach der *Zahl* der Elemente, welche in einer Basis mit einander vereinigt sind, unterscheidet man:

binäre Basen, z. B. Kali = K+O,
ternäre Basen, z. B. Weinäther = C+H+O,
quaternäre Basen, z. B. Harnstoff = C+H+N+O.

Nach der *Art des Zünders* unterscheidet man:

1) *Sauerstoffbasen*, z. B. Quecksilberoxyd = Hg+O.
2) *Chlorbasen*, z. B. Chlornatrium (Kochsalz = Na+Cl).
3) *Sulfobasen*, z. B. Schwefeleisen (Fe+S).

4) *Brombasen*, z. B. Bromkalium (K+Br).
5) *Jodbasen*, z. B. Jodmagnium (Mg+J).
6) *Fluorbasen*, z. B. Fluorcalcium (Ca+F).
7) *Selenbasen*, z. B. Selenblei (Pb+Se).

Nach der *Art des Radicals* unterscheidet man:

1) *Wasserstoffbasen*, z. B. Ammoniak (H+N),
2) *Metallbasen*, z. B. Bleioxyd (Pb+O),
3) *Unorganische Basen* oder Basen mit einfachem Radical, z. B. Silberoxyd (Ag+O),
4) *Organische Basen* oder Basen mit zusammengesetztem Radical, z. B. Chinin (C+H+N+O).

Von den Salzen.

Salz ist jede Verbindung einer oder mehrerer Säuren mit einer Basis oder mehreren Basen.

Einfache Salze sind Verbindungen aus einer Säure und einer Basis.

Doppelsalze entstehen aus der Vereinigung zweier einfachen Salze.

Tripelsalze sind Verbindungen der Doppelsalze mit einfachen oder Doppelsalzen.

Einfache Salze.

Je nach dem Zünder, welcher in den vereinigten Basen und Säuren vorhanden ist, theilt man die einfachen Salze ein in:

1) *Sauerstoffsalze*, z. B. schwefelsaurer Kalk = (Calcium + Sauerstoff) + (Schwefel + Sauerstoff) = (Kalk + Schwefelsäure).
2) *Fluorsalze*, z. B. Fluorsilicium - Fluorkalium.
3) *Chlorsalze*, z. B. Chlorquecksilber - Chlornatrium.
4) *Bromsalze*, z. B. Bromquecksilber - Bromkalium.
5) *Jodsalze*, z. B. Jodquecksilber - Jodkalium.
6) *Schwelfelsalze*, z. B. Schwefelarsen - Schwefeleisen.
7) *Selensalze*, z. B. Selenquecksilber - Selenkalium.
8) *Cyansalze*, z. B. Cyaneisen - Cyankalium.
9) *Einfache Salze mit gemischten Zündern*, z. B. Oxyfluoride; Oxychloride; Oxysulfide; Oxycyanide; Sulfocyanide, Sulfochloride, Sulfoselenide u. s. w.

Nach der Art der Säuren und Basen (ob nämlich dieselben binäre, ternäre oder quaternäre Verbindungen sind), theilt man die einfachen Salze ein, wie folgt:

1) *Einfache Salze mit binären Bestandtheilen*,
z. B. Kalisalpeter oder sticksaures Kali oder salpetersaures Kali $= KO, NO^5$.

2) *Einfache Salze mit binären Säuren und ternären Basen*,
z. B. salpetersaures Ammoniumoxyd $= H^4 NO, NO^5$.

3) *Einfache Salze mit binären Säuren und quaternären Basen*,
z. B. salpetersaurer Harnstoff $= H^4 N^2 C^2 O^2, NO^5$.

4) *Einfache Salze mit binären Basen und ternären Säuren*,
z. B. essigsaures Kali $= KO, C^4 H^3 O^3$.

5) *Einfache Salze mit binären Basen und quaternären Säuren*,
z. B. einfach harnsaures Kali $= KO, C^5 H^2 N^2 O^3$.

6) *Einfache Salze mit ternären Säuren und ternären Basen*,
z. B. essigsaures Ammoniumoxyd $= H^4 NO, C^4 H^3 O^3$.

7) *Einfache Salze mit ternären Säuren und quaternären Basen*,
z. B. essigsaures Morphin $= C^{36} H^{20} NO^6, C^4 H^3 O^3$.

8) *Einfache Salze mit ternären Basen und quaternären Säuren*,
z. B. saures harnsaures Ammoniak $= H^4 NO, C^{10} H^4 N^4 O^6 + HO$.

9) *Einfache Salze mit quaternären Säuren und quaternären Basen*,
z. B. harnsaures Morphin $= C^{36} H^{20} NO^6 + C^5 H^2 N^2 O^3$.

Nach dem Vorherrschen des einen oder des anderen Bestandtheils (der Säure oder der Basis) theilt man die einfachen Salze in *saure* und *basische* Salze; man spricht von *Neutralsalzen* oder *Mittelsalzen*, wenn Säure und Basis sich gegenseitig das Gleichgewicht halten, sich gegenseitig abgestumpft, *neutralisirt* haben.

Die genauere Eintheilung der Salze kann nur nach den Gewichtsverhältnissen der zusammengetretenen Säuren und Basen geschehen; sie wird deshalb erst bei Besprechung dieser Gewichtsverhältnisse (der stöchiometrischen Gesetze) mitgetheilt werden.

Gewichts- und Maassverhältnisse bei chemischen Verbindungen (Stöchiometrie).

Die chemischen Verbindungen einfacher und zusammengesetzter Massen gehen in bestimmten Gewichtsverhältnissen, die der gasförmigen Körper ausserdem noch in bestimmten Maass- (Raum-) Verhältnissen vor sich. Die Lehre von diesen Verhälthältnissen heisst Stöchiometrie (von *στοιχεῖον*, das Element und *μετρέω*, ich messe), oder chemische Proportionslehre.

A. *Gewichtsverhältnisse bei chemischen Verbindungen.*

a) *Bei Verbindung der Elemente.*

Erstes Gesetz. Wenn zwei Elemente sich chemisch mit einander verbinden, so geschieht die Verbindung nicht in allen möglichen, sondern entweder nur in *einem einzigen* oder in *wenigen bestimmten* Gewichtsverhältnissen.

Beispiele von Verbindungen der Elemente in *einem einzigen* Gewichtsverhältnisse:

G.Thl.			Proc.			Proc.	
100	Kieselerde	enthalten	48,3	Silicium	und	51,7	Sauerstoff,
100	Thonerde	—	53,3	Alumium	—	46,7	Sauerstoff,
100	Kochsalz	—	39,8	Natrium	—	60,2	Chlor,
100	Flussspath	—	53,3	Calcium	—	46,7	Fluor,
100	Schwefelzink	—	66,3	Zink	—	33,7	Schwefel,
100	Jodsilber	—	46,2	Silber	—	53,8	Jod,
100	Bromsilber	—	58,9	Silber	—	41,1	Brom,
100	Selenblei	—	72,0	Blei	—	28,0	Selen.

Beispiele von Verbindungen der Elemente *in mehreren* Gewichtsverhältnissen.

Eisen und *Sauerstoff* vereinigen sich in sechs Verhältnissen mit einander, nämlich:

G.Thl.			Proc.			Proc.	
100	Eisensuboxyd	enthalten	93,2	Eisen	und	6,8	Sauerstoff,
100	Eisenoxydul	—	77,9	—	—	22,1	—
100	Eisenhammerschlag	—	75,0	—	—	25,0	—
100	Glührückstand des Spatheisensteins haben dieselbe Zusammensetzung wie der Hammerschlag.						
100	Eisenoxydoxydul oder Magneteisenstein	enthalten	72,5	Eisen	und	27,5	Sauerstoff,
100	Eisenoxyd oder Rotheisenstein	enthalten	70,3	—	—	29,7	—
100	Eisensäure	—	55,9	—	—	44,1	—

Zusatz. Nur zwischen *Zündern* und *Radicalen* finden chemische Verbindungen in einem *einzigen* Gewichtsverhältnisse statt, und auch nur bei einem kleinen Theile derselben (so die Verbindung einiger Erzmetalle mit Schwefel, der Erdmetalle mit Sauerstoff, der Alkali- und Erdalkalimetalle mit Chlor, Brom, Jod; des Wasserstoffs und Siliciums mit Chlor und Fluor); viele *Zünder* und *Radicale*, die *Zünder untereinander* und die *Radicale untereinander* gehen, wenn sie vereinigungsfähig sind, Verbindungen in *mehreren* Verhältnissen ein.

Zweites Gesetz; auch das *Dalton'sche Gesetz der multipeln Proportionen der Elemente* genannt.

Wenn sich zwei Elemente in mehr als einem Gewichtsverhältnisse chemisch verbinden, so geschieht diess nicht in jeder beliebigen Gewichtsmenge, sondern die Menge des zunehmenden Elements in der höheren Verbindungsstufe ist ein *Vielfaches (ein Multiplum)* in einer meistens einfachen ganzen Zahl (nämlich das 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 7-, 8-, 9-fache, mitunter auch das $^9/_8$, $^8/_7$, $^7/_6$, $^6/_5$, $^5/_4$, $^4/_3$, $1^1/_2$, $2^1/_2$, $3^1/_2$, $4^1/_2$, $5^1/_3$fache), von der Menge desselben Elements in der niedrigsten Verbindungsstufe.

Beispiel.

Unter den Sauerstoffverbindungen des Eisens ist das Eisensuboxyd die niedrigste, die Eisensäure die höchste Verbindungsstufe; zwischen beiden liegen das Eisenoxydul, der Eisenhammerschlag, der Magneteisenstein und das rothe Eisenoxyd.

Nach der Proportion

6,8 Gew.Thl. Sauerstoff : 93,2 G.Thl. Eisen = 1 G.Thl. Sauerstoff : x Eisen

sind $\frac{93,2 \cdot 1}{6,8} = 13,7$ Gewichtstheile oder nahezu 14 Gew.Thle. Eisen mit 1 Gew. Thl. Sauerstoff verbunden im *Eisensuboxyd* vorhanden.

Im *Eisenoxydul* sind $\frac{22,1 \cdot 14}{77,9} = 3,97$ oder nahezu 4 G.Thl. Sauerstoff auf 14 G.Thl. Eisen;

im *Eisenhammerschlag* sind $\frac{25 \cdot 14}{75} = 4,66$ oder nahezu $4^1/_2$ G.Thl. Sauerstoff auf 14 G.Thl. Eisen;

im *Magneteisenstein* sind $\frac{27,5 \cdot 14}{72,5} = 5,31$ oder $5^1/_3$ G.Thl. Sauerstoff auf 14 G.Thl. Eisen;

im *Eisenoxyd* sind $\frac{29,7 \cdot 14}{70,3} = 5,91$ oder nahezu 6 G.Thl. Sauerstoff auf 14 G.Thl. Eisen;

in der *Eisensäure* sind $\frac{44,1 \cdot 14}{55,9} = 11,1$ oder nahezu 12 G.Thl. Sauerstoff auf 14 G.Thl. Eisen.

(Bei der Eisensäure ist die Sauerstoffbestimmung von D. *Smith* etwas ungenau.)

Die Sauerstoffmengen, welche in den verschiedenen Oxydationsstufen des Eisens mit 14 Gewichtstheilen Eisen verbunden sind, verhalten sich wie $1 : 4 : 4^1/_2 : 5^1/_3 : 6 : 12$, oder $6 \cdot 14 = 84$ Gewichtstheile Eisen vereinigen sich mit 6, 24, 27, 32, 36, 72 Gewichtstheilen Sauerstoff.

Drittes Gesetz oder das *Gesetz der chemischen Aequivalente der Elementarmassen.*

Wenn sich ein Element mit einem zweiten, oder dritten, oder vierten, oder *n*ten Elemente nur in einem einzigen Gewichtsverhältnisse vereinigt, so sind die Gewichtsmengen des zweiten, dritten, vierten oder *n*ten Elementes, welche sich mit *einer und derselben* Gewichtsmenge des ersten Elementes vereinigen, selten einander gleich, in den meisten Fällen sind sie *verschieden* von einander.

Diese meistens *ungleichen* Gewichtsmengen der Elemente, welche einander in chemischen Verbindungen *ersetzen* können, welche also untereinander *gleichen chemischen Werth* haben, heissen *chemische Aequivalente der Elementarmassen*, *chemische Mischungsgewichte der Elemente.*

Beispiel gleicher chemischer Aequivalente.

Bei Kobalt und Nickel:

100 Gew. Thle. Chlorkobalt enthalten 54,55 Proc. Chlor und 45,45 Proc. Kobalt,

100 Gew. Thle. Chlornickel enthalten 54,55 — Chlor und 45,45 Proc. Nickel.

Beispiele ungleicher chemischer Aequivalente.

1) Bei *Zink* und *Magnium:*

Im Zinkoxyd sind mit 8 G. Thln. Sauerstoff 32,5 G. Thle. Zink verbunden.

In der Talkerde sind mit 8 G.Thln. Sauerstoff 12 G.Thle. Magnium vereinigt.

2) Bei *Chlor*, *Schwefel* und *Sauerstoff:*

Im Zinkoxyd sind mit 32,5 G. Thln. Zink 8 G. Thle. Sauerstoff verbunden;

im Chlorzink sind mit 32,5 — — — 35,5 — — Chlor verbunden;

im Schwefelzink sind mit 32,5 — — — 16 — — Schwefel verbunden.

3) Bei *Wasserstoff* und *Kalium:*

Im Chlorkalium sind mit 35,5 G.Thln. Chlor 39,1 G.Thle. Kalium verbunden;

im Chlorwasserstoff — 35,5 — — — 1 — — Wasserstoff verbunden.

Viertes Gesetz.

Die gleichen oder ungleichen Aequivalente des einen oder des anderen Elementes, welche sich mit dem Aequivalent eines dritten Elements chemisch vereinigen können, sind auch entweder unmittelbar diejenigen Gewichtsmengen, in denen sich *jene beiden Elemente* (das 1ste mit dem 2ten) verbinden, wenn sie überhaupt vereinigungsfähig sind; oder sie brauchen nur mit einer einfachen ganzen Zahl multiplicirt zu werden, um alsdann die Mischungsgewichte jener beiden Elemente auszudrücken.

Beispiel:

Mit 32,5 G. Thln. Zink vereinigen sich 8 G. Thle. Sauerstoff zu Zinkoxyd;

mit 32,5 G. Thln. — — — — 16 — — Schwefel zu Schwefelzink;

folglich sind 8 Gewichtstheile Sauerstoff und 16 Gewichtstheile Schwefel Aequivalente gegen 32,5 Gewichtstheile Zink; sie sind aber auch Aequivalente gegen einander.

Denn

16 G. Thle. Schwefel vereinigen sich mit 8 G. Thln. Sauerstoff zu unterschwefeliger Säure;

16 G. Thle. Schwefel vereinigen sich mit 2 . 8 = 16 G. Thln. Sauerstoff zu schwefliger Säure;

16 G. Thle. Schwefel vereinigen sich mit 3 . 8 = 24 G. Thln. Sauerstoff zu Schwefelsäure.

Tafeln der Mischungsgewichte oder Aequivalente der Elemente.

Mischungsgewichte oder Aequivalente der Elemente sind *unbenannte* Zahlen, welche das Verhältniss der Gewichtsmengen, in denen sich die Elemente untereinander vereinigen, entweder unmittelbar ausdrücken; oder welche mit einer meistens einfachen ganzen Zahl multiplicirt jenes Verbindungsverhältniss angeben. Je nachdem man das eine oder das andere Element als Einheit annimmt, erhält man verschiedene Zahlenreihen als Mischungsgewichte der Elemente. Das Verhältniss der Mischungsgewichte in jeder dieser Zahlenreihen bleibt aber dasselbe.

Vorzüglich sind es Wasserstoff oder Sauerstoff, deren Mischungsgewichte willkührlich = 1 = 10 = 100 gesetzt werden. Setzt man Wasserstoff als 1, so ist nothwendig das Mischungsgewicht des Sauerstoffs = 8 (weil sich beide Elemente nur in diesem Verhältniss miteinander zu Wasser vereinigen). Setzt man nun Sauerstoff = 100, oder was dasselbe ist, multiplicirt man sein Mischungsgewicht 8 mit 12,5 (8 . 12,5 = 100), so muss, damit das Verhältniss sich gleich bleibe, das Mischungsgewicht des Wasserstoffs oder 1 ebenfalls mit 12,5 multiplicirt, es muss = 1 . 12,5 = 12,5 werden. Daraus entspringt die Regel:

Um *Mischungsgewichte der Elemente*, *Wasserstoff* = 1, *in solche*, *Sauerstoff* = 100, *umzuwandeln*, *multiplicire man dieselben mit* 12,5.

Tafel I.

Aequivalente oder Mischungsgewichte der Elemente.
Wasserstoff* = 1 *gesetzt.

(Aus dem Jahresberichte über die Fortschritte der reinen, pharmaceutischen und technischen Chemie, Physik, Mineralogie und Geologie; unter Mitwirkung von *H. Buff*, *E. Dieffenbach*, *C. Ettling*, *F. Knapp*, *H. Will*, *F. Zamminer*, herausgegeben von *Justus Liebig* und *Hermann Kopp*. Für 1849. Giessen 1850.)

Mischungsgewicht, Atomgewicht und Aequivalentgewicht sind hier gleich.

Alumium =	Al =	13,7	Niobium =	Nb	
Antimon	Sb =	129	Norium	No	
Arsen	As =	75	Osmium	Os =	99,6
Baryum	Ba =	68,5	Palladium	Pd =	53,3
Beryllium	Be =	4,7	Pelopium	Pe	
Blei	Pb =	103,7	Phosphor	P =	32
Boron	B =	10,9	Platin	Pt =	98,7
Brom	Br =	80	Quecksilber	Hg =	100
Cadmium	Cd =	56	Rhodium	R =	52,2
Calcium	Ca =	20	Ruthenium	Ru =	52,2
Cerium	Ce =	47	Sauerstoff	O =	8
Chlor	Cl =	35,5	Schwefel	S =	16
Chrom	Cr =	26,7	Selen	Se =	39,5
Didym	D =	50	Silber	Ag =	108,1
Eisen	Fe =	28	Silicium	Si =	21,3
Erbium	E =		Stickstoff	N =	14
Fluor	F =	19	Strontium	Sr =	43,8
Gold	Au =	197	Tantal	Ta =	184
Jod	J =	127,1	Tellur	Te =	64,2
Iridium	Ir =	99	Terbium	Tb	
Kalium	K =	39,2	Thorium	Th =	59,6
Kobalt	Co =	29,5	Titan	Ti =	25
Kohlenstoff	C =	6	Uran	U =	60
Kupfer	Cu =	31,7	Vanadin	V =	68,6
Lanthan	La =	47	Wasserstoff	H =	1
Lithium	Li =	6,5	Wismuth	Bi =	213
Magnium	Mg =	12,2	Wolfram	W =	95
Mangan	Mn =	27,6	Yttrium	Y	
Molybdän	Mo =	46	Zink	Zn =	32,6
Natrium	Na =	23	Zinn	Sn =	58
Nickel	Ni =	29,6	Zirkonium	Zr =	22,4.

Tafel II.

Mischungsgewichte der einfachen Stoffe. Wasserstoff = H = 1 gesetzt.

(Aus den chemischen Tafeln zur Berechnung der Analysen, von *R. F. Marchand.* Leipzig 1847; besonders abgedruckt aus dem Journal für prakt. Chemie. 39. Bd. 7. u. 8. Heft.)

Nur die von den in voriger Tafel angegebenen Mischungsgewichten abweichenden Zahlen sind hier aufgeführt.

Alumium =	Al =	13,67	Kalium =	K =	39,11	Selen =	Se =	39,62
Antimon	Sb =	129,03	Kobalt	Co =	29,48	Silber	Ag =	108,00
Baryum	Ba =	68,64	Kupfer	Cu =	31,72	Silicium	Si =	14,23
Beryllium	Be =	6,96	Lithium	Li =	6,53	Strontium	Sr =	43,92
Blei	Pb =	103,56	Magnium	Mg =	12,07	Tantal	Ta =	91,87
Bor	B =	10,89	Mangan	Mn =	27,57	Tellur	Te =	64,14
Cadmium	Cd =	55,73	Molybdän	Mo =	47,68	Thorium	Th =	59,51
Chlor	Cl =	35,46	Natrium	Na =	22,97	Titan	Ti =	24,12
Chrom	Cr =	26,31	Nickel	Ni =	29,54	Vanadin	V =	68,55
Fluor	F =	18,83	Osmium	Os =	99,40	Wismuth	Bi =	212,86
Gold	Au =	196,66	Palladium	Pd =	53,23	Wolfram	W =	95,07
Jod	J =	126,88	Platin	Pt =	98,56	Zink	Zn =	32,52
Iridium	Ir =	98,56	Rhodium	R =	52,16	Zinn	Sn =	58,82.

Tafel III.

Die wichtigsten Mischungsgewichte der Elemente, das des Wasserstoffs = 1 gesetzt, nach ihrer Grösse geordnet.

1 =	H =	Wasserstoff	23 =	Na =	Natrium	58 =	Sn =	Zinn
6 =	C	Kohlenstoff	26,3 =	Cr	Chrom	68,6 =	Ba	Baryum
6,5 =	Li	Lithium	27,6 =	Mn	Mangan	75 =	As	Arsen
7,1 =	Si	Silicium	28 =	Fe	Eisen	80 =	Br	Brom
8 =	O	Sauerstoff	29,48 =	Co	Kobalt	99 =	Pt	Platin
11 =	B	Bor	29,54 =	Ni	Nickel	100 =	Hg	Quecksilber
12 =	Mg	Magnium	32 =	P	Phosphor	103,6 =	Pb	Blei
13,7 =	Al	Alumium	32 =	Cu	Kupfer	108 =	Ag	Silber
14 =	N	Stickstoff	32,5 =	Zn	Zink	127 =	J	Jod
16 =	S	Schwefel	35,5 =	Cl	Chlor	129 =	Sb	Antimon
19 =	F	Fluor	39 =	K	Kalium	197 =	Au	Gold
20 =	Ca	Calcium	44 =	Sr	Str ntium	213 =	Bi	Wismuth

Taf. IV. *Aequivalente oder Mischungsgewichte der Elemente. Sauerstoff* = 100.

(Aus den chemischen Tafeln von *R. F. Marchand.* Leipzig 1847. Die Namen der Chemiker, welche die Mischungsgewichte bestimmten, so wie einige neuere Bestimmungen der Mischungsgewichte des Fluors, Bors, Molybdäns, Titans und Zinns sind von mir zugesetzt worden.)

Alumium,	Al	= 170,9	
*Antimon,	Sb	= 1612,8,	Berzelius.
*Arsen,	As	= 937,5	
Baryum,	Ba	= 858,0,	Berzelius.
Beryllium,	Be	= 87,1	
Blei,	Pb	= 1294,6,	Berzelius.
Bor,	B	= 136,2,	Derselbe.
—	—	= 137,5,	Laurent.
*Brom,	Br	= 1000,0,	Marignac.
Cadmium,	Cd	= 696,7,	Berzelius.
Calcium,	Ca	= 250,0,	Dumas, Erdmann u. Marchand.
Cerium,	Ce		
*Chlor,	Cl	= 443,3,	Marignac.
Chrom,	Cr	= 328,9	
Didym,	D		
Eisen,	Fe	= 350,0,	Erdmann und Marchand; Stromeier u. Wackenroder; Svanberg, Norlin u. Berzelius.
Erbium,	E		
*Fluor,	F	= 235,4	
—	—	= 237,5,	Louyet.
*Gold,	Au	= 2458,4	
*Jod,	J	= 1586,0,	Marignac.
Iridium,	Ir	= 1232,0	
Kalium,	K	= 488,9,	Marignac.
Kobalt,	Co	= 368,6	
Kohlenstoff,	C	= 75,0,	Erdmann u. Marchand.
Kupfer,	Cu	= 396,6,	Dieselben.
Lanthan,	La		
Lithium,	Li	= 81,7	
Magnium,	Mg	= 150,9	
Mangan,	Mn	= 344,7	
Molybdän,	Mo	= 596,1	
—	—	= 575,829,	Svanberg u. Struve.
Natrium,	Na	= 287,2	
Nickel,	Ni	= 369,3,	Berzelius.
Niobium,	Nb		
Norium,	Nr		
Osmium,	Os	= 1242,6	
Palladium,	Pd	= 665,4	
Pelopium,	Pp		
*Phosphor,	P	= 400,0	
Platin,	Pt	= 1232,0	
Quecksilber,	Hg	= 1250,0,	Erdmann u. Marchand.
Rhodium,	R	= 652,0,	Berzelius.
Ruthenium,	Rt		
Sauerstoff,	O	= 100	
Schwefel,	S	= 200,	Erdmann u. Marchand.
Selen,	Se	= 495,3	
Silber,	Ag	= 1350,0,	Marignac.
Silicium,	Si	= 177,9	
*Stickstoff,	N	= 175,0,	Marignac; Dumas u. Stass, Svanberg (Mittelzahl).
Strontium,	Sr	= 549,0	
Tantal,	Ta	= 1148,4	
Tellur,	Te	= 801,8,	Berzelius.
Terbium,	Tr		
Thorium,	Th	= 743,9	
Titan,	Ti	= 301,6	
—	—	= 314,69,	Isidor Pierre.
Uran,	U	= 750,0,	Wertheim.
Vanadin,	Va	= 856,9	
*Wasserstoff,	H	= 12,5,	Dumas; Erdmann.
*Wismuth,	Bi	= 2660,8	
Wolfram,	W	= 1188,4	
Yttrium,	Y		
Zink,	Zn	= 406,6,	Erdmann.
Zinn,	Sn	= 735,3,	Berzelius.
—	—	= 725,	Mulder.
Zirconium,	Zr	=	

Die mit einem * bezeichneten sind die *Aequivalentzahlen*, welche von den Atomzahlen des Berzelius verschieden sind.

Benutzung der Aequivalente oder Mischungsgewichte der Elemente.

Für sehr viele chemische Verbindungen erster und höherer Ordnung sind die Verhältnisse ermittelt, in welchen sich die Mischungsgewichte der Elemente mit einander verbinden, und in Formeln ausgedrückt. Ist eine solche Formel gegeben, so drückt die ohne weitere Zahlen hingestellte Elementarformel das Mischungsgewicht dieses Elements aus. Ueber die Bildung dieser Formeln siehe später.

Eigenthümlichkeiten der Elementaräquivalente.

1) Die meisten Mischungsgewichte der Elemente sind Vielfache in ganzen Zahlen von dem Mischungsgewicht des Wasserstoffs (*Proust*), z. B. Hg = 100 . H.

2) Das Mischungsgewicht eines Elements ist zuweilen das arithmetische Mittel aus den Mischungsgewichten zweier anderer ihm ähnlichen Elemente. Solche 3 Elemente bilden eine chemische Trias (*W. Döbereiner*), z. B. J, Br, Cl; denn $\frac{J + Br}{2} = Br$ oder in Zahlen $\frac{127 + 35{,}5}{2} = 81{,}25$ oder nahezu 80; auch K, Na und Li; Ba, SrO, CaO bilden chemische Triaden.

3) Die Mischungsgewichte des Chrom, Mangan, Eisen, Kobalt und Nickel (oder der magnetischen Metalle) liegen nahe beieinander.

4) Die Mischungsgewichte des Sauerstoffs, Schwefels, Phosphors, Broms und Jods verhalten sich wie die Zahlen 1 : 2 : 4 : 10 : 16.

5) Unter der Reihe der Mischungsgewichte fehlen die Zahlen 2, 3, 4, 5, 9, 10 und 15; es finden sich aber darunter die Zahlen 11, 12, 13, 14, 16, 19 und 20 u. s. w.

6) Die specifische Wärme der Elemente verhält sich umgekehrt wie ihre Mischungsgewichte (das *Petit-Dulong'sche* Gesetz).

7) Die specifischen Gewichte der gas- oder dampfförmigen Elemente sind entweder den Mischungsgewichten der Elemente gleich, oder sie sind Vielfache derselben in einfachen ganzen Zahlen (*Gay-Lussac*). Siehe bei den Verbindungen der Elemente im bestimmten Maassverhältniss.

b) *Gewichtsverhältnisse bei der chemischen Verbindung zusammengesetzter Massen.*

Bei Vereinigung zusammengesetzter Massen (z. B. der Säuren mit den Basen zu Salzen, der Salze untereinander zu Doppel- und Tripelsalzen), gelten dieselben Gesetze wie bei den chemischen Verbindungen der Elemente untereinander, nämlich:

Erstes Gesetz.

Wenn zwei zusammengesetzte Massen sich chemisch mit einander verbinden, so geschieht diese Verbindung entweder nur in einem einzigen oder in wenigen bestimmten Gewichtsverhältnissen.

Beispiele:

α) Kali und Salpetersäure vereinigen sich nur in einem einzigen Gewichtsverhältnisse mit einander zu salpetersaurem Kali oder Kalisalpeter.

100 Gew. Theile Kalisalpeter bestehen immer aus 46,7 Proc. Kali und 53,3 Proc. Salpetersäure.

β) Bleioxyd und Salpetersäure vereinigen sich wenigstens in vier verschiedenen Verhältnissen:

1) Zu *einfach-salpetersaurem Bleioxyd;* darin sind 67,6 Proc. Bleioxyd mit 32,4 Proc. Salpetersäure oder nahezu 2 G.-The Bleioxyd mit 1 G. Th. Salpetersäure verbunden. *Döbereiner.*

2) Zu *halb-salpetersaurem Bleioxyd;* darin sind nach *Pelouze* 78 Proc. Bleioxyd mit 19 Proc. Salpetersäure und 3 Proc. Wasser verbunden; oder 2 Gew.-Theile Bleioxyd mit 0,5 = $^1/_2$ Gew.-Thl. Salpetersäure.

3) Zu *drittel-salpetersaurem Bleioxyd; Berzelius* fand darin 83 Proc. Bleioxyd, 13,5 Proc. Salpetersäure und 3,5 Proc. Wasser; oder 2 Gew.-Thle. Bleioxyd mit 0,333 = $^1/_3$ Gew.-Thl. Salpetersäure verbunden.

4) Zu *sechstel-salpetersaurem Bleioxyd;* darin sind nach *Berzelius* 90,8 Proc. Bleioxyd, 7,4 Proc. Salpetersäure und 1,8 Proc. Wasser mit einander verbunden oder 2 Gew.-Thle. Bleioxyd mit 0,1666 = $^1/_6$ Gew.-Thl. Salpetersäure.

Zusatz. Die Vereinigung zweier Verbindungen erster Ordnung geschieht am häufigsten, leichtesten und innigsten zwischen solchen, welche entweder einen *Zünder oder ein Radical gemeinschaftlich* besitzen. So vereinigen sich am liebsten

Oxyde mit Oxyden, Chloride mit Chloriden, Sulfide mit Sulfiden; so die Chloride eines Radicals mit den Oxyden oder Sulfiden desselben Radicals.

Beispiele:

Kaliumoxyd oder Eisenoxydul vereinigen sich mit Schwefelsäure oder Kohlensäure; Chlorquecksilber oder Chlorgold oder Chlorplatin vereinigen sich mit Chlorkalium, oder Chlornatrium oder Chlorammonium.

Schwefelantimon oder Schwefeleisen verbinden sich mit Schwefelsilber.

Chlorantimon oder Schwefelantimon vereinigen sich mit Antimonoxyd.

Zweites Gesetz;

auch das *Dalton'sche Gesetz der multipeln Proportionen bei zusammengesetzten Massen* genannt.

Wenn sich zwei zusammengesetzte Massen (Verbindungen erster oder höherer Ordnung) in mehr als einem Gewichtsverhältnisse mit einander chemisch verbinden, so geschieht diess nicht in jeder beliebigen Gewichtsmenge, sondern die Menge des zunehmenden zusammengesetzten Bestandtheils in der höheren Verbindungsstufe ist ein Vielfaches in einer meistens ganzen einfachen Zahl (das 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9fache, mitunter das $^9/_8$, $^8/_7$, $^7/_6$, $^6/_5$, $^5/_4$, $^4/_3$, $1^1/_2$, $2^1/_2$, $3^1/_2$, $4^1/_2$-fache), von der Menge desselben zusammengesetzten Bestandtheils in der niedrigsten Verbindungsstufe.

Beispiel. Das Beispiel β, welches beim ersten Gesetz angeführt wurde, dient auch hier. Denn es verhalten sich die Mengen von Salpetersäure, welche sich mit 2 Gew.-Thln. Bleioxyd nach einander zu sechstel-, drittel-, halb- und einfach-salpetersaurem Bleioxyd verbinden, wie die Zahlen $^1/_6 : {}^1/_3 : {}^1/_2 : 1$ oder wie $1 : 2 : 3 : 6$, oder die Menge der Salpetersäure in der höchsten Verbindungsstufe (in einfach salpetersaurem Bleioxyd) verhält sich zur Menge der Salpetersäure in der niedrigsten Verbindungsstufe (sechstel salpetersaurem Bleioxyd) wie 6: 1 die erstere ist das Sechsfache der letzteren.

Zusatz. Das zweite stöchiometrische Gesetz für *Elemente und zusammengesetzte Massen* heisst allgemein das *Dalton'sche Gesetz der chemischen Multipeln.*

Es lässt sich so ausdrücken:

Die Verbindung zweier elementarer oder zusammengesetzter Massen unter einander, wenn sie in mehreren Gewichtsverhältnissen stattfinden kann, geschieht in der Weise, dass die Menge des zunehmenden elementaren oder zusammengesetzten Bestandtheils in der höheren Verbindungsstufe ein Vielfaches in einer meistens ganzen einfachen Zahl von der Menge desselben Bestandtheils in der niedrigsten Verbindungsstufe ausmacht.

Drittes Gesetz

oder *das Gesetz der chemischen Aequivalente zusammengesezter Massen.*

Wenn sich eine zusammengesetzte Masse (eine Verbindung erster oder höherer Ordnung) mit einer zweiten, oder dritten, oder vierten, oder *n*ten zusammengesetzten Masse nur in einem einzigen Gewichtsverhältnisse vereinigt, so sind die Gewichtsmengen der 2ten, 3ten, 4ten oder *n*ten zusammengesetzten Masse, welche sich mit *einer und derselben* Gewichtsmenge der ersten zusammengesetzten Masse vereinigen, selten einander gleich, in den meisten Fällen sind sie *verschieden* von einander.

Diese meistens *ungleichen* Gewichtsmengen zusammengesetzter Massen, welche einander in chemischen Verbindungen *ersetzen* können, welche also untereinander *gleichen chemischen Werth* haben, heissen *chemische Aequivalente zusammengesetzter Massen.* Man unterscheidet chemische Aequivalente der Verbindungen erster, zweiter, dritter, höherer Ordnung; der Säuren, Basen, Salze, Doppelsalze u. s. w.

Beispiele gleicher Aequivalente zweier Verbindungen erster Ordnung:

100 G.-Thle. *unterschwefligsaures Kobaltoxydul* enthalten nach *Rammelsberg:*

26,86 Proc. Kobaltoxydul, 34,50 Proc. unterschweflige Säure und 38,64 Proc. Wasser.

100 G.-Thle. *unterschwefligsaures Nickeloxydul* enthalten nach demselben Chemiker:

26,50 Proc. Nickeloxydul, 34,41 Proc. unterschweflige Säure und 39,09 Proc. Wasser.

Die kleineren Unterschiede beider Analysen liegen in den Gränzen der Beobachtungsfehler.

Beispiele ungleicher Aequivalente einiger Verbindungen erster Ordnung:

a) 1 Gew.-Th. *Salpetersäure* vereinigt sich
mit 0,581 G.-Th. *Natron* zu neutralem salpetersauren Natron; nach *Longchamp.*
— 1,404 — *Baryt* zu neutralem salpetersauren Baryt. *Berzelius.*
— 2,279 — *Silberoxyd* zu neutralem salpetersauren Silberoxyd. *Proust.*

b) 1 Gew.-Th. *Schwefelsäure* vereinigt sich
— 0,695 — *Kalk* zu neutralem schwefelsauren Kalk. *Kirwan* und *Bergmann.*
— 0,495 — *Talkerde* zu neutraler schwefelsaurer Talkerde. *Gay-Lussac.*
— 0,899 — *Manganoxydul* zu neutralem schwefelsauren Manganoxydul. *Turner.*
— 0,781 — *Natron* zu neutralem schwefelsauren Natron. *Longchamp.*
— 1,910 — *Baryt* zu neutralem schwefelsauren Baryt. *Berzelius.*
— 1,209 — *Kali* zu neutralem schwefelsauren Kali *Wenzel.*
— 2,900 — *Silberoxyd* zu neutralem salpetersauren Silberoxyd. *L. Gmelin.*

c) 1 Gew.-Th. *Kali* vereinigt sich
— 1,598 — *Chlorsäure* zu neutralem chlorsauren Kali. *Berzelius.*
— 1,143 — *Salpetersäure* zu neutralem salpeters. Kali. *Wollaston.*
— 0,827 — *Schwefelsäure* zu neutralem schwefels. Kali. *Longchamp.*

d) 1 Gew.-Th. *Kalk* vereinigt sich
— 1,439 — *Schwefelsäure* zu neutralem schwefelsauren Kalk. *Kirwan* und *Bergmann.*
— 2,571 — *Unterschwefelsäure* zu neutr. unterschwefelsauren Kalk. *Heeren.*
— 1,714 — *unterschwefliger Säure* zu neutralem unterschwefligsauren Kalk. *Herschel.*
— 0,323 — *Wasser* zu Kalkhydrat.

Viertes Gesetz.

Die gleichen oder ungleichen Aequivalente der einen oder der anderen *Verbindung*, welche sich mit dem Aequivalente einer dritten Verbindung chemisch vereinigen können, sind auch entweder unmittelbar diejenigen Gewichtsmengen, in denen sich *jene beiden Verbindungen* (die 1ste mit der 2ten) vereinigen, oder sie brauchen nur mit einer einfachen ganzen Zahl multiplicirt zu werden, um alsdann die Aequivalente jener beiden Verbindungen auszudrücken.

Beispiel:

1,278 G.-Thl. Thonerde vereinigen sich mit 1 G.-Thl. Schwefelsäure und 2 G.-Thln. Wasser zu Aluminit, nach *Stromeyer.*

1,210 — Kali verbinden sich mit 1 G.-Thl. Schwefelsäure zu einfach schwefelsaurem Kali, nach *Wenzel.*

1,210 — Kali verbinden sich auch mit 1,292 G.-Thl. Thonerde zu Thonerde-Kali, nach *Unverdorben.*

Aber 1,278 ist nahezu 1,28 und dieses ist nicht sehr verschieden von 1,29; bei Wegschneidung der zweiten Decimalstelle erhält man bei beiden Zahlen 1,3 als das Aequivalent der Thonerde. Dann ist das Aequivalent des Kali = 1,21 und das der Schwefelsäure = 1.

Berechnung der Aequivalente der Verbindungen erster Ordnung auf das Aequivalent des Wassers = 9.

Nimmt man 9 Gewichtstheile Wasser, worin ein Gewichtstheil = 1 Aequivalent Wasserstoff vorhanden ist, willkührlich als das Aequivalent des Wassers, so erhält man folgende Aequivalente der Säuren und Basen:

1) *Kalk;* 0,323 Wasser : 1 Kalk = 9 Wasser : x Kalk;

$$x = \frac{9}{0,323} = 27,86 = 28.$$

2) *Talkerde;* 0,695 Kalk : 0,495 Talkerde = 28 Kalk : x Talkerde; $x = \frac{0,495 . 28}{0,695} = 20.$

3) *Natron;* 0,695 Kalk : 0,781 Natron = 28 Kalk : x Natron;

$$x = \frac{0,781 . 28}{0,695} = 31.$$

4) *Baryt;* 0,495 Talkerde : 1,91 Baryt = 20 Talkerde : x Baryt; $x = \frac{1,91 . 20}{0,495} = 77.$

5) *Schwefelsäure;* 1 Kalk : 1,439 Schwefelsäure = 28 Kalk : x Schwefelsäure; $x = \frac{1,439 . 28}{1} = 40.$

6) *Salpetersäure;* 1,404 Baryt : 1 Salpetersäure = 77 : x; $x = \frac{77}{1,404} = 54,8.$

Aequivalente
oder Mischungsgewichte der Verbindungen erster Ordnung.

Die Verbindungen erster Ordnung (Säuren, Basen, zweideutigen [neutralen] Verbindungen erster Ordnung) vereinigen sich in bestimmten Gewichtsverhältnissen zu den Verbindungen zweiter Ordnung, d. h. zu *einfachen Salzen* oder denselben ähnlichen Verbindungen.

Das Mischungsgewicht einer Verbindung erster Ordnung ist die Summe der Mischungsgewichte ihrer elementaren Bestandtheile *).

Durch die Vereinigung eines Mischungsgewichts einer Säure mit einem Mischungsgewichte einer Basis entsteht ein *einfachsaures Salz.* Durch die Vereinigung von $1^1/_2$, 2, 3, 4, 5, *n* Mischungsgewichten Säure mit einem Mischungsgewichte einer Basis entstehen $1^1/_2$fach, 2fach, 3-, 4-, 5-, *n*fach saure Salze. Durch die Vereinigung von $1^1/_2$, 2, 3, 4, 5, *n* Mischungsgewichten Basis mit einem Mischungsgewichte Säure entstehen $1^1/_2$fach, 2fach, 3-, 4-, 5-, *n*fach basische oder $^2/_3$fach, $^1/_2$-, $^1/_3$-, $^1/_4$-, $^1/_5$-, $^1/n$fach-saure Salze.

Da die zweideutigen (neutralen) Verbindungen erster Ordnung, z. B. das Wasser, sich sowohl mit Säuren, als auch mit Basen verbinden können, so gilt von ihnen dasselbe, was von

*) Die Mischungsgewichte der Verbindungen erster Ordnung sind gleich den Mischungsgewichten der Elemente *unbenannte* Zahlen, die entweder *direkt* das Verhältniss der Gewichtsmengen ausdrücken, in welchem sich vereinigungsfähige binäre Verbindungen zu zusammengesetzteren Massen vereinigen, oder welche mit *einfachen ganzen Zahlen* multiplicirt jene Gewichtsverhältnisse angeben.

den Säuren und Basen so eben gesagt worden ist. Man spricht z. B. von $^1/_2$fach, 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, *n*fach gewässerten Basen und Säuren.

Tafel der Aequivalente

oder Mischungsgewichte der wichtigsten Basen, Säuren und zweideutigen (neutralen) Verbindungen erster Ordnung.

A. *Oxyde:* **I.** *Sauerstoffbasen:*

KO, Kali = 47; Natriumoxyd oder Natron, NaO = 31;
Ammoniumoxyd, H^4NO = 26;
BaO, Baryt = 76,6; SrO, Strontian = 52; CaO, Kalk = 28;
MgO, Talkerde oder Bittererde = 20;
MnO, Manganoxydul = 35,6; FeO, Eisenoxydul = 36;
Fe^2O^3, Eisenoxyd = 80; Al^2O^3, Thon- oder Alaunerde = 51,4;
ZnO, Zinkoxyd = 40,5; Bleioxyd, PbO = 112;
Zinnoxydul, SnO = 66; Antimonoxyd, SbO^3 = 153;
Wismuthoxyd, BiO^3 = 237;
Cu^2O, Kupferoxydul = 72; CuO, Kupferoxyd = 40;
Hg^2O, Quecksilberoxydul = 208; HgO, Quecksilberoxyd = 108;
AgO, Silberoxyd = 116; Platinoxydul, PtO = 107;
Platinoxyd PtO^2 = 115;
AuO, Goldoxydul = 205; Goldoxyd, AuO^3 = 221.

Nach der Grösse ihrer Mischungsgewichte geordnet folgen aufeinander:

MgO = 20	FeO = 36	SrO = 52	HgO = 108	AuO = 205
H^4NO = 26	CuO = 40	SnO = 66	PbO = 112	Hg^2O = 208
CaO = 28	ZnO = 40,5	BaO = 76,6	PtO^2 = 115	AuO^3 = 221
NaO = 31	KO = 47	Fe^2O^3 = 80	AgO = 116	BiO^3 = 237
MnO = 35,6	Al^2O^3 = 51,4	PtO = 107	SbO^3 = 153	

II. *Neutrale Sauerstoffverbindungen erster Ordnung:*

Wasser HO = 9; Kohlenoxydgas CO = 14;
Stickoxydul NO = 22; Kieselerde SiO = 15;
Stickoxyd NO^2 = 30.

III. *Sauerstoffsäuren:*

Unterchlorige Säure, ClO = 43,5; Chlorsäure, ClO^5 = 75,5;
Unterschweflige Säure, S^2O^2 = 48; schweflige Säure, SO^2 = 32;
Schwefelsäure, SO^3 = 40;
Stickige Säure, NO^3 = 38; Sticksäure od. Salpetersäure, NO^5 = 54;
Untersticksäure NO^4 = 46;

Phosphorsäure, PO^5 = 72; Borsäure, BO^3 = 35; Kohlensäure CO^2 = 22;

Arsensäure, AsO^5 = 115; arsenige Säure oder weisser Arsenik, AsO^3 = 99;

Mangansäure, MnO^3 = 51,6; Uebermangansäure, Mn^2O^7 = 111,7;

Eisensäure, FeO^3 = 52; Chromsäure, CrO^3 = 50,3;

Zinnsäure, SnO^2 = 74; Bleisäure oder braunes Bleioxyd, PbO^2 = 120;

Antimonsäure, SbO^5 = 169.

Nach der Grösse ihrer Mischungsgewichte geordnet folgen auf einander:

CO^2 = 22	SO^3 = 40	CrO^3 = 50,3	PO^5 = 72	Mn^2O^7 = 112
SO^2 = 32	ClO = 43,5	MnO^3 = 51,6	SnO^2 = 74	AsO^5 = 115
BO^3 = 35	NO^4 = 46	FeO^3 = 52	ClO^5 = 75,5	PbO^2 = 120
	S^2O^2 = 48	NO^5 = 54	AsO^3 = 99	SbO^5 = 169

B. *Chloride:* I. *Neutrale Chloride oder Chlorbasen.*

KCl = 74,5; NaCl = 58,5; BaCl = 104,1; SrCl = 79,5; CaCl = 55,5;

MgCl = 47,5; H^4NCl = 53,5; MnCl = 63,1;

II. *Saure Chloride oder Chlorsäuren.*

HCl = 36,5; SiCl = 42,5; Al^2Cl^3 = 133,9; Fe^2Cl^3 = 162,5; FeCl = 63,5;

ZnCl = 68; SnCl = 93,5; $SnCl^2$ = 129,0; PbCl = 139,5;

$SbCl^3$ = 235,5; $SbCl^5$ = 306,5; CuCl = 67,5; HgCl = 135,5; Hg^2Cl = 235,5.

AgCl = 143,5, $PtCl^2$ = 170, $AuCl^3$ = 303,5.

C. *Fluoride, Bromide, Jodide:* I. *Basische.*

CaF = 39, KBr = 119, MgBr = 92, KJ = 166, MgJ = 139.

II. *Saure.*

HF = 20, SiF = 26, HBr = 81, AgBr = 188, HJ = 128, AgJ = 235, PdJ = 180.

D. *Sulfide:* I. *Basische Sulfide oder Schwefelbasen.*

KS = 55, KS^5 = 119, NaS = 39, NaS^5 = 103, BaS = 84,6, SrS = 60, CaS = 36, CaS^5 = 100;

FeS = 44, MnS = 43,6, ZnS = 48,5, PbS = 120, Cu^2S = 80, HgS = 116, AgS = 124.

II. *Saure Sulfide.*

$HS = 17$, $HS^5 = 81$, $CS^2 = 38$, $AsS^2 = 107$, $AsS^3 = 123$, $AsS^5 = 155$,

$SnS^2 = 90$, $SbS^3 = 177$, $SbS^5 = 219$,

E. *Wasserstoffverbindungen*: I. *Basische.*

$H^3N = 17$, $H^3P = 35$, $H^3As = 78$, $H^3Sb = 132$.

II. *Neutrale.*

$H^2C = 8$, $HC = 7$.

Sättigungscapacität der Sauerstoffsäuren.

Erklärung.

Verbindungsfähige Oxyde sind Verbindungen des Sauerstoffs mit jedem einzelnen der übrigen Elemente, denen die Fähigkeit zukommt, abermals Verbindungen unter einander einzugehen. Sie sind entweder *Sauerstoffsäuren* oder *Sauerstoffbasen*, oder *zweideutige* verbindungsfähige Oxyde. Die Sauerstoffsäuren, wenn sie im Wasser löslich sind, röthen das blaue Lacmuspapier; die Sauerstoffbasen verbinden sich mit den Sauerstoffsäuren und bilden *Salze*, die entweder das blaue Lacmuspapier nicht röthen oder doch schwächer röthen als die unverbundenen Säuren. Die löslichen Sauerstoffbasen bräunen das gelbe Curcumapapier; diese Bräunung wird durch Verbindung der Basen mit Säuren entweder völlig oder nur theilweise aufgehoben. Solche Salze, welche weder blaues Lacmuspapier, noch gelbes Curcumapapier verändern, nennt man *neutralreagirende Salze;* solche, die das Lacmus röthen, *sauerreagirende* Salze, endlich solche, die das gelbe Curcumapapier bräunen, oder das geröthete Lacmuspapier bläuen, *alkalischreagirende Salze.*

Die im Wasser unlöslichen Säuren und Basen, und die *zweideutigen verbindungsfähigen* in Wasser löslichen Oxyde sind ohne Wirkung auf Reagenspapiere. Die saure oder basische Natur eines im Wasser unlöslichen Oxyds erkennt man an der grösseren oder geringeren Neigung, sich in flüssigen Säuren oder Basen aufzulösen und sich damit zu verbinden. Löst sich das Oxyd leicht in Säuren, so ist es eine Sauerstoffbasis; löst es sich leicht in wässrigen Basen, so ist es eine Säure. Löst es sich in Säuren oder Basen gleich leicht, so ist es ein *zweideutiges* Oxyd.

Verbindungsunfähige Oxyde sind solche, die mit anderen Oxyden direkt keine Verbindung eingehen können; *Verbindungsträge* heissen sie, wenn dieselben nur in wenigen Fällen Verbindungen eingehen. *Verbindungs*unfähig sind z. B. die Suboxyde der Erzmetalle, verbindungsträge sind die Hyperoxyde vieler Radicale, die niedrigen Oxydationsstufen des Stickstoffs, Kohlenstoffs, Phosphors.

Sauerstoffsäuren im stöchiometrischen Sinne sind ververbindungsfähige Oxyde der schwächeren *Zünder* (des Chlor, Brom, Jod, Schwefel, Selen), der *nichtmetallischen* Radicale, und der *Erzmetalle*, in denen die Mischungsgewichte des mit Sauerstoff verbundenen Elements (R) zu dem Mischungsgewicht des Sauerstoffs (O) sich verhalten wie R : 2O; R : 3O, R : 4O;

R : 5O; R : 7O,

oder wie 2R : 2O; 2R : 3R; 2R : 5O; 2R : 7O,

oder wie 3R : 5O; 4R : 3O; 4R : 5O; 5R : 5O; 7R : 7O,

mit *kurzen Worten* solche Oxyde, in denen mit R oder 2, 3, 4, 5, 7R mehr als 1O, nämlich 2, 3, 4, 5, 7O verbunden sind. (In diesem Sinne ist auch Fe^2O^3 eine Säure.)

Sauerstoffbasen im stöchiometrischen Sinne sind Verbindungen von *Metallen* mit Sauerstoff, in denen die Mischungsgewichte von Metall (M) und Sauerstoff (O) in dem Verhältniss von M : O oder 2M : O zusammengetreten sind.

Gegen *Sauerstoffsäuren* (von der Formel R : 2O + nO) mit zwei und mehr als 2 Mischungsgewichten Sauerstoff auf 1 Mischungsgewicht Radical, d. h. gegen starke Sauerstoffsäuren verhalten sich die schwach sauren Oxyde mit der Formel 2R : 3O als schwache Basen, oder als solche, welche die Säure nicht zu neutralisiren vermögen.

Gegen starke Sauerstoffbasen verhalten sich die Oxyde 2R : 3O in der That wie schwache Säuren.

Einbasische und mehrbasische Säuren.

Einbasische Säuren sind solche, welche zur Neutralisation *eines* Mischungsgewichts derselben *ein* Mischungsgewicht starker Basis bedürfen.

Mehrbasische Säuren erfordern zur Neutralisation *eines* Mischungsgewichts derselben *mehrere* Mischungsgewichte Basis (die zweibasischen 2, die dreibasischen 3 Mischungsgewichte Basis für 1 Mischungsgewicht Säure).

Bei den mehrbasischen Säuren können diese 2 oder 3 Mischungsgewichte Basis aus verschiedenen Basen bestehen.

Beispiele.

Der neutrale Salpeter = KO, NO^5; die Salpetersäure ist eine einbasische Säure.

Das ᶜphosphorsaure Silberoxyd = 3AgO, ᶜPO^5; die c Phosphorsäure ist eine dreibasische Säure.

Fünftes Gesetz

oder Berzelius' Gesetz der Sättigungscapacität der Sauerstoffsäuren.

Vereinigt sich eine Säure mit verschiedenen Basen, und zwar mit jeder sinzelnen nur in einem einzigen Gewichtsverhältnisse, so sind, wie oben (S. 39) bemerkt wurde, die Gewichtsmengen der einzelnen Basen, welche eine und dieselbe Gewichtsmenge Säure neutralisiren, selten gleich gross, in den meisten Fällen verschieden von einander, *aber die Sauerstoffmenge in allen diesen Quantitäten von Basis ist die gleiche.* Mit anderen Worten: es fordert die gleiche Gewichtsmenge derselben Säure, in gleichen oder ungleichen Gewichtsmengen verschiedener Basen, durch die sie gesättigt (neutral., abgestumpft) werden soll, eine bestimmte unveränderliche Menge von Sauerstoff.

Dieses Verlangen einer Säure nach einer bestimmten Sauerstoffmenge in der mit ihr zusammentretenden Basis heisst die

Sättigungscapacität dieser Säure.

Beispiele.

1) 1 Gew.-Th. Salpetersäure fordert 0,581 Gew.-The. Natron, 0,875 Gew.-The. Kali, 0,510 Gew.-The. Kalk, 1,404 Gew.-The. Baryt; 2,279 Gew.-The. Silberoxyd, um damit neutralen salpetersauren Kalk, salpetersaures Kali, Natron, salpetersauren Baryt und neutrales salpetersaures Silberoxyd zu liefern. Diese Verbindungen sind dabei die einzigen, welche überhaupt zwischen den genannten Körpern hervorgebracht werden können.

Nun finden sich in

0,581	Natron	0,149	oder nahezu 0,15 Sauerstoff,
0,875	Kali	0,148	— — — —
1,404	Baryt	0,147	— — — —
2,279	Silberoxyd	0,157	— — — —
0,510	Kalk	0,143	— — — —

Diese Sauerstoffmengen sind einander fast gleich; die kleinen Differenzen rühren von unvermeidlichen Beobachtungsfehlern her.

2) 1 Gew.-Th. Schwefelsäure verlangt 0,695 Gew.-Thle. Kalk, 0,495 Gew.-Thle. Talkerde und 0,899 Gew.-Thle. Manganoxydul, um damit neutralen Anhydrit, neutrales wasserfreies Bittersalz und neutrales schwefelsaures Manganoxydul zu liefern; d. h. die einzigen Verbindungen, welche zwischen den genannten Basen und Schwefelsäure hervorgebracht werden können.

Nun finden sich in

0,695 Kalk	0,1952 Sauerstoff	=	0,20 Sauerstoff	
0,495 Talkerde	0,1980 —	=	—	—
0,899 Manganoxydul	0,1998 —	=	—	—

Aus beiden Beispielen ersieht man auch, dass die Sättigungscapacität der Schwefelsäure verschieden ist von der der Salpetersäure.

Nähere Bezeichnung der Sättigungscapacität der verschiedenen Säuren in ihren neutralen Verbindungen mit Basen.

Hierzu dient das Gewichtsverhältniss des Sauerstoffs der Säuren und des Sauerstoffs der damit vereinigten Basen. Da dieses Verhältniss sich ausdrücken lässt durch 7 : 1; 5 : 1; 4 : 1; 3 : 1; 2 : 1; 1 : 1; 5 : 2; 5 : 3, so ist die Sättigungscapacität der entsprechenden Säuren auch $^1/_7$, $^1/_5$, $^1/_4$, $^1/_3$, $^1/_2$, $^1/_1$, $^5/_2$, $^5/_3$ ihres Sauerstoffgehaltes.

Beispiel.

1) 1 *Gew.-Th. Salpetersäure* enthält 0,74 Gew.-Theile Sauerstoff und die zu ihrer Sättigung erforderlichen Gewichtsmengen von Natron (0,581), Kali (0,875), Baryt (1,404), Kalk (0,510) und Silberoxyd (2,279) enthalten jede einzelne 0,15 Gew.-Theile Sauerstoff.

Aber 0,15 : 0,74 = 1 : 5; d. h., die Sättigungscapacität der Salpetersäure in ihren *neutralen* Natron-Kali-Baryt- und Silberoxydsalzen ist = $^1/_5$ ihres Sauerstoffgehaltes. Man dehnt diese Bezeichnungsweise auch auf solche salpetersauren Salze aus, welche nicht neutral reagiren, spricht aber alsdann: die Sättigungscapacität der Salpetersäure in ihren *Normalsalzen* ist $^1/_5$ ihres Sauerstoffgehalts; man nennt also ein salpetersaures

Salz *normal*, wenn es Salpetersäure und Basis in dem Verhältniss enthält, dass der Sauerstoff der Säure und der Basis sich verhalten wie 5 : 1.

2) 1 Gew.-Th. Schwefelsäure enthält 0,599 Sauerstoff und die zu ihrer völligen Sättigung erforderlichen Gewichtsmengen von Kalk (0,695), Talkerde (0,495) und Manganoxydul (0,899) enthalten jede einzeln 0,198 Sauerstoff.

Aber 0,599 : 0,198 = 3 : 1; d. h. die Sättigungscapacität der Schwefelsäure in ihren neutralreagirenden Kalk-, Talkerde- und Manganoxydulsalzen ist = $^1/_3$ ihres Sauerstoffgehaltes. Im Allgemeinen nennt man alle diejenigen schwefelsauren Salze, welche in der Basis $^1/_3$ soviel Sauerstoff besitzen als die Schwefelsäure, *normale* schwefelsaure Salze, selbst wenn sie sauer reagiren.

Andere Definitionen der Sättigungscapacität.

Berzelius versteht unter Sättigungscapacität einer Säure die Sauerstoffmenge, welche in derjenigen Menge von Basis enthalten ist, wodurch 100 Theile der Säure in ein normales Salz verwandelt werden.

So ist z. B. die Sättigungscapacität der Schwefelsäure = 20; d. h. 100 Theile Schwefelsäure nehmen von irgend einer Basis, bei ihrer Sättigung eine solche Menge auf, dass der hierin enthaltene Sauerstoff 20 Theile beträgt. Denn 100 Schwefelsäure enthalten 60 Sauerstoff; die Basis, welche hier 100 Schwefelsäure sättigt, enthält 3mal weniger oder 20 Theile Sauerstoff. (L. Gmelins Handb. d. Chemie. 4 Aufl. 1. Bd. S. 464.)

Chemische Formeln.

Formeln für die Elemente.

Erste Regel.

Das Mischungsgewicht (Aequivalent) eines Elements wird durch den oder die Anfangsbuchstaben seines lateinischen Namens ausgedrückt. —

1. *Zusatz.* Häufig sind diese Anfangsbuchstaben denen des deutschen Namens gleich.

Beispiele. J = Jod, Jodium, K = Kalium, Kalium, S = Schwefel, Sulphur, U = Uran, Uranium.

2. *Zusatz.* In vielen Fällen sind die Anfangsbuchstaben der deutschen Namen verschieden von den lateinischen Namen der Elemente und ihren Formeln.

Beispiele. Ag = Argentum, Silber; Au = Aurum, Gold, Bi = Bismuthum, Wismuth, Co = Cobaltum, Kobalt, C = Carbonium, Kohlenstoff, Cu = Cuprum, Kupfer, Fe = Ferrum, Eisen, H = Hydrogenium, Wasserstoff, Hg = Hydrargyum, Quecksilber, Wassersilber, N = Nitrogenium, Stickstoff, Salpeterstoff, O = Oxygenium, Sauerstoff, Pb = Plumbum, Blei, Sb = Stibium, Antimon, Sn = Stannum, Zinn.

3. *Zusatz.* Existirt nur ein einziges Element, welches mit demselben Buchstaben beginnt, so drückt dieser Anfangsbuchstabe *allein* das Mischungsgewicht dieses Elementes aus.

Beispiele. D = Didym, E = Erbium, U = Uran, W = Wolfram, Y = Yttrium.

4. *Zusatz.* Beginnen mehrere Elemente mit demselben Buchstaben, so wird eins derselben vorzugsweise mit dem Anfangsbuchstaben bezeichnet; die Formel der andern dagegen besteht aus dem grossen Anfangsbuchstaben und dem klein geschriebenen darauf folgenden Vokale oder Consonanten, oder auch dem zweiten Consonanten:

Beispiele. B = Bor, Br = Brom, Bi = Bismuthum, Be = Beryllium, Ba = Baryum, C = Carbonium, Co = Cobaltum, Ca = Calcium, Cu = Cuprum, Cd = Cadmium, Cl = Chlor, Cr = Chrom.

5. *Zusatz.* Keine Elementarformel hat mehr als zwei Buchstaben und mehr als einen grossen Buchstaben.

6. *Zusatz.* Jede Elementarformel drückt zugleich die Qualität (die Natur) und die Quantität (die Menge) der in irgend eine Verbindung eintretenden Elementarmasse aus.

7. *Zusatz.* Die Formel ohne Beisetzung von Zahlen bedeutet das Einfache des Mischungsgewicht der durch die Formel bezeichneten Elementarmasse; z. B. $H = 1\,H = 1.1 = 1$; $O = 1.O = 1.8 = 8$; $C = 1.C = 1.6 = 6$.

Zweite Regel.

Soll das Mischungsgewicht (Aequivalent) eines Elements als mehreremale in einer Verbindung vorhanden bezeichnet werden, so setzt man die, jenes Mehrfache ausdrückende

Zahl rechts, oben neben die Formel; oder, was dasselbe ist, man setzt die Coëfficienten der Mischungsgewichte (Aequivalente) in Form von Exponenten den Elementarformeln bei.

Beispiele. C^{10} als chemische Formel = 10 C = 10 . 6 = 60 als mathematische Formel; H^{48} als chemische Formel ist gleich 48 H = 48 . 1 = 48 als mathematische Formel.

Bemerkung. Man hat diese Bezeichnungsweise von Seiten der Mathematiker stark angegriffen; da aber in den chemischen Formeln *keine eigentlichen Exponenten* vorkommen, so giebt diese Bezeichnung keine Veranlassung zu Missverständnissen, sobald man einmal weiss, dass die Formel eine chemische ist. Es muss der Chemie, gleich der Mathematik, das Recht zustehen, die Formeln nach ihrem Vortheil zu benutzen. Diec hemischen Formeln haben, wie wir in der Folge sehen werden, *ausser der Mengenbezeichnung* der Massen auch noch den Zweck, die *Art der Anordnung der Massen zu Säuren, Basen, Salzen, Doppelsalzen und Trippelsalzen* bildlich vor das Auge zu führen. Letzterer Zweck wird aber durch die gewöhnliche mathematische Bezeichnungsweise nur unvollkommen erreicht.

Formeln für die Verbindungen erster Ordnung.

Erste Regel.

Vereinigen sich zwei Elemente mit einander zu einer Verbindung erster Ordnung, so stellt man ihre, mit den nöthigen Coëfficienten versehenen Formeln ohne weitere Verbindung durch ein Pluszeichen (+) neben einander; auch ist es nicht nöthig, durch Einschliessung in Klammern anzudeuten, dass die neben einander stehenden Elemente mit einander vereinigt gedacht werden sollen.

Beispiele.

1) CO als chemische Formel ist gleichbedeutend mit der mathematischen Formel C + O oder (C + O); sie drückt aus, dass 6 Gewichtstheile Kohlenstoff oder C mit 8 Gewichtstheilen Sauerstoff oder O zu 6 + 8 = 14 Gewichtstheilen Kohlenoxyd vereinigt sind.

2) C^2O^3 als chemische Formel ist gleichbedeutend mit der mathematischen Formel (2 C + 3 O); sie drückt aus, dass zwei

Mischungsgewichte = 2 . 6 = 12 Gew.-Thle. Kohlenstoff mit 3 Mischungsgewichten = 3 . 8 = 24 Gew.-Theilen Sauerstoff zu Oxalsäure vereinigt sind.

1. *Zusatz.* Die chemischen Formeln der binären Säuren, Basen und anderen Verbindungen erster Ordnung enthalten immer nur *zwei grossgeschriebene*, zuweilen auch noch *einen* oder *zwei kleingeschriebene Buchstaben*, aber nie mehr als 4 Buchstaben (2 grosse und 2 kleine),

z. B. CaCl = Chlorcalcium, Fe^2Cl^3 = Eisenchlorid.

Zweite Regel.

In den Formeln für die Verbindungen erster Ordnung schreibt man die Formel des Radicals (des verbrennlichen Elements) zuerst und lässt die Formel des Zünders folgen; bei Verbindungen zweier Zünder steht immer der schwächere Zünder zuerst, der stärkere (meistens Sauerstoff) zuletzt.

Beispiele.

CaO = Kalk, NaCl = Chlornatrium, FeS = Schwefeleisen, HF = Fluorwasserstoff, AgBr = Bromsilber, HgJ = Jodquecksilber, ClO = unterchlorige Säure, SO^2 = schweflige Säure, SCl = Chlorschwefel.

Dritte Regel.

In den Formeln der Verbindungen erster Ordnung aus zwei Radicalen schreibt man die Formel des leichter verbrennlichen Radicals zuerst, die des schwieriger verbrennlichen zuletzt.

Beispiele. CuN = Stickstoffkupfer, H^3As = Arsenwasserstoff, H^3Sb = Antimonwasserstoff,

H^3N = Ammoniak, HC = Kohlenwasserstoff, CN^2 = Cyan.

Ausnahmen. In den Formeln der organischen Körper schreibt man den Kohlenstoff voran, weil man denselben als die Hauptgrundlage der organischen Körper ansieht, z. B. Terpentinöl = $C^{10}H^8$.

Vierte Regel.

Kommt das Vielfache des Mischungsgewichts (Aequivalents) einer Verbindung erster Ordnung vor, so setzt man den Coëfficienten, welcher jenes Vielfache ausdrückt, vor die Formel der Verbindung erster Ordnung, ohne diese Formel vorher in Klammern einzuschliessen.

Beispiele:

Zwei Mischungsgewichte Schwefelsäure $= 2\,SO^3$ (chemische Formel) $= 2(S + 3\,O) = 2(16 + 3.8) = (16 + 24) = 2 . 40 = 80$.

Drei Mischungsgewichte Eisenoxyd $= 3\,Fe^2O^3$ (chemische Formel) $= 3\,(2\,Fe + 3\,O) = 3\,(2 . 28 + 3 . 8) = 3\,(56 + 24) = 3 . 80 = 240$.

Formeln für die Verbindungen zweiter Ordnung.

Erste Regel.

Man stellt die Formeln der zusammengetretenen Verbindungen erster Ordnung, mit den sich nöthig machenden Coëfficienten versehen, neben einander und trennt beide durch ein Komma, welches hier die Bedeutung eines Pluszeichens (+) hat; auch hier ist die Anwendung von Klammern ausgeschlossen.

Beispiele:

Der geglühte reine Porzellanthon besteht aus 1 Mischungsgewicht Thonerde und 4 Mischungsgewichten Kieselerde. Seine chemische Formel ist sonach Al^2O^3, 4 SiO; der mathematische Werth derselben aber ist $= (2\,Al + 3\,O) + 4\,(Si + O) = 2 . 13,7 + (3 . 8) + 4\,(7,1 + 8) = (27,4 + 24) + 4 . 15,1 = 51,4 + 60,4 = 111,8$.

Zweite Regel.

In den Formeln der Salze stellt man immer die Formel der Basis voran und lässt durch das Komma getrennt, die Formel der Säure folgen.

Beispiele:

Kohlensaurer Kalk $= CaO,CO^2$; Glaubersalz (wasserfreies) $= NaO,SO^3$.

Dritte Regel.

In den Formeln der Hydrate steht das mit Basen vereinigte Wasser hinter der Formel der Basis, das mit Säuren vereinigte Hydratwasser dagegen vor der Formel der Säure.

Beispiele:

Kalkhydrat oder gelöschter Kalk $= CaO,HO$;

Brauneisenstein oder Eisenoxydhydrat $= 2\,Fe^2O^3, 3\,HO$;

Schwefelsäurehydrat oder engl. Schwefelsäure $= HO,SO^3$; Phosphorsäurehydrat $= 3\,HO,PO^5$.

Vierte Regel.

In den Formeln der Doppelsäuren steht die Formel der schwächeren Säure, in den Formeln der Doppelbasen die stärkere Basis voran.

Beispiele:

Schwefelsaure Zinnsäure $= SnO^2,SO^3$;
Kupferoxyd-Ammoniak $= H^3N,CuO$,
Thonerde-Kali $= KO,Al^2O^3$.

Fünfte Regel.

Soll das Vielfache des Mischungsgewichts (Aequivalents) einer Verbindung zweiter Ordnung bezeichnet werden, so schliesst man die Formel dieser Verbindung in Klammern ein und setzt den entsprechenden Coëfficienten vor die Klammer.

Beispiele:

Drei Mischungsgewichte schwefelsaures Eisenoxyd haben die chemische Formel $= 3(Fe^2O^3,SO^3) = 3[(2Fe+3O)+(S+3O)] = 3[(2.28)+(3.8)+(16+3.8)] = 3[(56+24)+(16+24)] = 3(80+40) = 3(120) = 360$.

Formeln für die Verbindungen dritter Ordnung.

Erste Regel.

Man stellt die Formeln der beiden mit einander vereinigten Verbindungen zweiter Ordnung, oder die Formeln der zusammengetretenen Verbindungen erster und zweiter Ordnung neben einander und trennt sie durch ein Additionszeichen (+).

Beispiele:

1) *Dolomit* besteht aus kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Talkerde in wechselnden Mischungsverhältnissen; das am häufigsten vorkommende Verhältniss ist 1 Mischungs-Gewicht kohlens. Kalk und 1 Misch.-Gew. kohlens. Talkerde. Die chemische Formel des Dolomits ist sonach:

$$CaO,CO^2 + MgO,CO^2.$$

Eine andere Varietät desselben der *Conit* enthält auf ein Misch.-Gew. kohlensauren Kalk drei Misch.-Gew. kohlensaure Talkerde; seine chemische Formel ist

$$CaO, CO^2 + 3 (MgO, CO^2) = (20+8)+(6+2.8)+3[(12+8)+(6+2.8)] = (28+22)+3(20+22) = 50+3.42 = 50+126 = 176.$$

2) Der *krystallisirte Gyps* enthält 1 Misch.-Gew. Kalk, 1 Mischungs-Gewicht Schwefelsäure und 2 Mischungs-Gewichte Wasser. Seine chemische Formel ist $CaO, SO^3 + 2 HO$.

Zweite Regel.

In den Formeln der Doppelsalze stellt man immer das einfache Salz mit der stärkeren Basis voran und lässt das Salz mit der schwächern Basis folgen.

Beispiele:

Der gebrannte Alaun $= (KO, SO^3 + Al^2O^3, 3 SO^3)$; in ihm ist das Kali die stärkere, Thonerde die schwächere Salzbasis.

Formeln für die Verbindungen vierter Ordnung.

Erste Regel.

In den Formeln der Doppelsalze mit Krystallwasser oder der Tripelsalze schliesst man die Formel des Doppelsalzes in Klammern und verbindet damit das zugetretene Wasser oder Salz, oder Doppelsalz durch ein Pluszeichen.

Beispiele:

Das krystallisirte schwefelsaure Talkerde-Kali besitzt die Formel $(KO,SO^3 + MgO,SO^3) + 6 HO$.

Der *Diadochit*, ein natürlicher Eisensinter, hat die Formel $(Fe^2O^3, 2 PO^5 + 8 HO) + 4(Fe^2O^3,SO^3 + 6 HO)$.

Formeln für die Verbindungen zusammengesetzter Radicale.

Regel.

In den Formeln der Säuren, Basen und indifferenten Verbindungen mit zusammengesetztem Radical unterstreicht man die Formel des letztern, verfährt im Uebrigen damit wie bei Verbindungen der Elemente unter einander.

Beispiele:

Salmiak oder Chlorammonium $= \underline{H^4N}Cl$;

Essigsäure $=$ Acetylsäure $= \underline{C^4H^3}O^3$;

Ammoniumoxyd $= \underline{H^4N}O$;

Essigsaures Ammoniumoxyd $= \underline{H^4N}O,\ \underline{C^4H^3}O^3$.

Anmerkung. In den Lehrbüchern der Chemie pflegt man diese einfache Regel der Bezeichnung der zusammengesetzten Radicale nicht zu befolgen und es bleibt dann zweifelhaft, ob die gegebene Formel eine empirische oder eine rationelle sei. Man setzt z. B. für essigsaures Ammoniumoxyd $H^4NO,\ C^4H^3O^3$ oder auch Am O, $\bar{A}$. Die letztere Bezeichnungsweise ist aber verwerflich, weil sie keine direkte Einsicht in die Zusammensetzung des Salzes gewährt.

Formeln für die Verbindungen der mehrbasischen Säuren mit verschiedenen Basen.

Regel.

Man schliesst die Formeln sämmtlicher mit einer mehrbasischen Säure verbundenen Basen in Klammern ein, lässt darauf die Formel der Säure folgen, und trennt Basen und Säuren, wie bei den Salzen üblich, durch ein Komma.

Beispiel:

Die getrocknete phosphorsaure Ammoniaktalkerde hat die Formel: $(HO, H^3N, 2\ MgO), PO^5 + 12\ HO$.

Formeln für die Zusammenverkörperungen isomorpher (gleichgestalteter) Salze.

Die natürlich vorkommenden kieselsauren und kohlensauren Salze enthalten häufig bei völliger Regelmässigkeit der Gestalt eine grosse Anzahl verschiedener Basen mit Kohlensäure oder Kieselerde verbunden; die *Summe des Sauerstoffs* aller mit einem Mischungsgewicht Kohlensäure, oder einem bis mehreren Mischungsgewichten Kieselerde verbundenen Basen beträgt alsdann immer 1 Mischungsgewicht bei den mit Kohlensäure oder Kieselerde verbundenen starken Basen, 3 Mischungsgewichte bei den mit Kieselerde verbundenen schwächeren Basen.

Regel.

Man stellt die mit den nöthigen Coëfficienten versehenen Formeln der Basen neben einander, trennt sie durch Kommata, schliesst sie sämmtlich in Klammern und setzt, durch ein Komma getrennt, die Formel der Säure hinter die Klammer.

Z. B. Manche Spatheisensteine enthalten neben kohlens. Eisenoxydul auch kohlens. Kalk, kohlens. Talkerde und kohlens. Manganoxydul; die Formel eines solchen könnte zuweilen sein:

$(3 FeO, 2 MgO, CaO, MnO), 7 CO^2 = 7 (RO, CO^2)$, wobei R sowohl Fe als auch Mg oder Ca oder Mn sein kann.

Die *Formel des Talkerdeglimmers* von Sala, nach Svanberg's Analyse berechnet:

$(KO, 11 MgO), 12 SiO + (Fe^2O^3, 2 Al^2O^3 + 12 SiO) + 3 HO = 12 (RO, SiO) + 3 (R^2O^3, 4 SiO + HO)$. Hier bedeutet R eins der Metalle Mg, K, und R^2 eins der Metalle Al^2 und Fe^2.

Andere Arten der Bezeichnung chemischer Verbindungen.

Nach Berzelius bezeichnen *Punkte* über der Formel eines anderen Elementes die Mischungsgewichte des damit verbundenen Sauerstoffs.

Z. B. Bleioxyd $= \dot{Pb}$ anstatt PbO oder Pb + O; kohlensaures Bleioxyd $= \dot{Pb}\ddot{C}$ anstatt PbO, CO^2.

So einfach diese Bezeichnungsweise scheint, so hat sie das Unangenehme, dass bei Anwendung derselben leicht Irrungen entstehen, hervorgerufen durch undeutlichen Druck, Versehen des Setzers und viele zufällige Umstände, welche die Anzahl der Punkte um einen vermehren oder vermindern können.

Dasselbe ist der Fall bei der Bezeichnung der Mischungs-Gewichte des Schwefels durch *Kommata*, welche über das damit verbundene Element gesetzt werden, z. B. Schwefeleisen $= \acute{Fe} = FeS$.

Ferner bei der Bezeichnung von Doppeläquivalenten (Doppelatomen) mittelst horizontaler, durch den unteren Theil der Formel gehender Linien, z. B. Eisenoxyd $= FeO^3 = \dddot{Fe} = Fe^2O^3$. —

In vielen chemischen Werken ist der Werth folgender Formeln ein von dem oben angegebenen abweichender; nämlich, wenn Sauerstoff oder O = 100, so sind

Antimon	= Sb	= 806,40	Jod	= J	= 793,00
Arsenik	= As	= 468,75	Phosphor	= P	= 200,00
Brom	= Br	= 500,00	Stickstoff	= N	= 87,50
Chlor	= Cl	= 221,65	Wasserstoff	= H	= 6,25
Fluor	= F	= 118,75	Wismuth	= Bi	= 886,93
Gold	= Au	= 1229,20			

Mit Ausnahme des Wismuth sind die Werthe der übrigen 10 Formeln nur halb so gross als in der vorhergehenden Tabelle der Mischungsgewichte; der Werth der Formel des Wismuth nur $^1/_3$ von der vorher angegebenen. Anstatt der von uns gewählten Bezeichnungsweise für Wasser = HO = (12, 5 + 100) bekommt das Wasser bei Benutzung der Formel H = 6,25 die Bezeichnung H^2O = (2 . 6,25 + 100). Ebenso bei Chlorwasserstoff, Bromwasserstoff, Fluorwasserstoff, Jodwasserstoff, Antimonwasserstoff, Phosphorwassersoff, Arsenwasserstoff, Ammoniak. Während wir diese Verbindungen mit den Formeln

HCl (= 12,5 + 443,3), HBr (= 12,5 + 1000), HF (= 12,5 + 237,5),
HJ (= 12,5 + 1586), H^3Sb (= 3 . 12,5 + 1612,8),
H^3P (= 3 . 12,5 + 400),
H^3As (= 3 . 12,5 + 937,5), H^3N (= 3 . 12,5 + 175) bezeichnen,

führen diese Substanzen bei den Anhängern der anderen Bezeichnungsweise die Formeln

H^2Cl^2 (= 2 . 6,25 + 2 . 221,65), H^2Br^2 (2 . 6,25 + 2 . 500),
H^2F^2 (= 2 . 6,25 + 2 . 118,75), H^2J^2 (= 2 . 6,25 + 2 . 793),
H^6Sb^2 (= 6 . 6,25 + 2 . 806,4), H^6P^2 (= 6 . 6,25 + 2 . 200),
H^6As^2 (= 6 . 6,25 + 2 . 468,75), H^6N^2 (= 6 . 6,25 + 2 . 875).

Es leuchtet ein, dass hier bei ungleicher Bezeichnungsweise, die angeführten Formeln gleichen Werth haben. Diese abweichende Bezeichnungsweise stützt sich auf das Maass- (Volum-) Verhältniss, in welchen sich die gasförmigen Elemente mit einander verbinden. Siehe später das über die Maassverhältnisse bei chemischen Verbindungen Gesagte.

Das Mischungsgewicht des Siliciums wird in den Lehrbüchern der Chemie bald zu Si = 88,95, bald zu Si = 177,9, bald zu Si = 266,85 angegeben, es hat also Si im zweiten Falle den doppelten, im dritten Falle den dreifachen Werth von Si = 88,95.

Das einzige Oxyd des Siliciums, die Kieselerde besteht unter allen Umständen aus Silicium und Sauerstoff in dem Verhältnisse von 88,95 Gewichtstheilen des ersteren und 100 Gewichtstheile des letzteren. Nimmt man also diese beiden Zahlen als die Mischungs-Gewichte des Siliciums und Sauerstoffs, so ist die Formel der Kieselerde = SiO = 88,95 + 100, sie correspondirt dann mit der Formel des Wassers = HO (1 Mischungs-Gewicht Radical auf 1 Mischungs-Gewicht Sauerstoff).

Setzt man aber das Mischungsgewicht des Siliciums = 177,9 und lässt das Mischungs-Gewicht des Sauerstoffs = 100, so wird die Formel für die Kieselerde = SiO^2 = 177,9 + 2 . 100 = 2 (88,95 + 100). Diese Formel hat den doppelten Werth der vorigen: es ist 2 SiO = 2 SiO^2; sie correspondirt mit der Formel der Kohlensäure = CO^2. Setzt man endlich das Misch.-Gewicht des Siliciums = 266,85 und lässt das des Sauerstoffs unverändert, so wird die Formel der Kieselerde = SiO^3 = 266,85 + 3 . 100 = 3 (88,95 + 100). Sie hat alsdann den dreifachen Werth der ersteren Formel.

Bezeichnet man das kleinste Mischungs-Gewicht des Siliciums oder 88,95 mit Si, das grössere, oder 177,90 mit Si′ und das grösste oder 266,85 mit Si″, so hat man folgende Verhältnisse der drei Kieselerdeformeln:

I. 2 (Si + O) = (Si′ + 2 O).
II. 3 (SiO) = (Si″ + 3 O) und
III. 3 (Si′ + 2 O) = 2 (Si″ + 3 O),

oder mit chemischen Formeln ausgedrückt:

I. 2 SiO = $Si'O^2$.
II. 3 SiO = $Si''O^3$
III. 3 $Si'O^2$ = 2 $Si''O^3$.

Welche von den drei Formeln soll man nun wählen?

Es gilt in der Chemie als Grundsatz, *Verbindungen gleicher Ordnung, welche zwar verschiedenartige Masse, aber ähnliche chemische Beschaffenheit* (saure, basische oder neutrale Beschaffenheit, grössere oder geringere Verbindungsneigung) *und ähnliche oder gleiche Krystallform besitzen, soviel als thunlich* durch *ähnliche* (correspondirende) *Formeln* zu bezeichnen. Wendet man diesen Grundsatz bei der Wahl der Formel für die Kieselerde an, so findet man im Wasser eine ebenso wie die Kieselerde (im hexagonalen Systeme) krystallisirende Substanz; Wasser und wässrige Lösung der Kieselerde sind neutral gegen Geschmack und Reagenzpapiere, beide sind in den mannichfaltigsten Verhältnissen mit Basen verbindbar u. s. w. Dieses die Gründe, warum hier die Formel der Kieselerde = SiO (= 88,95 + 100 oder auch = 7,115 + 8), also mit der Formel des Wassers = HO correspondirend angenommen worden ist.

B. *Maassverhältnisse bei chemischen Verbindungen der Elemente.*

Erstes Gesetz.

Die gasförmigen und leicht dampfförmig zu erhaltenden Elemente vereinigen sich in Maass- oder Raumverhältnissen, welche durch einfache ganze Zahlen ausdrückbar sind.

Diesem Gesetze folgen:

1) die *elementaren Gase:* Sauerstoffgas, Fluor-, Chlor-, Stickstoff- und Wasserstoffgas.

2) Die leicht in Dämpfe zu verwandelnden *flüssigen und festen Elemente:* Brom, Quecksilber, Jod, Schwefel, Phosphor, Arsen.

Die häufigsten Verbindungs-Verhältnisse sind: 1 Maass des einen Gases oder Dampfes mit $^1/_6$, $^1/_4$, $^1/_3$, $^1/_2$, 1, $1^1/_2$, 2, $2^1/_2$, 3, 4, 6 Maassen des anderen Gases oder Dampfes von derselben Temperatur und unter demselben Drucke.

Beispiele:

a)	2 Maass	Stickstoffg.	mit	1 Maass	Sauerstoffg.	zu	Stickoxydul.
	2 —	—	—	2 —	—	—	Stickoxyd = 1 M. N + 1 M. O.
	2 —	—	—	3 —	—	—	stickiger Säure (salpetr. Säure).
	2 —	—	—	4 —	—	—	Untersticksäure (Untersalpetersäure).
	2 —	—	—	5 —	—	—	Sticksäure (Salpetersäure).
b)	1 Ms.	Wasserstoffg.	mit	1 Maass	Chlorgas	zu	salzsaurem Gas.
	1 —	—	—	1 —	Bromdampf	—	Bromwasserstoff
	1 —	—	—	1 —	Joddampf	—	Jodwasserstoff.
	1 —	Quecksilberd.	—	1 —	Chlorgas	—	Quecksilberchlorid (Quecksilbersublimat).
c)	1 Ms.	Sauerstoffg.	mit	2 Maass	Wasserstoffg.	zu	Wasserdampf.
	1 —	Chlorgas	—	2 —	Quecksilberd.	zu	Quecksilberchlorür (Calomel).
d)	1 —	Stickstoffg.	—	3 —	Wasserstoffg.	—	Ammoniakgas.
e)	1 —	Sauerstoffg.	—	4 —	Quecksilberd.	—	Quecksilberoxydul.

f) 1 Ms. Phosphordampf mit 6 Ms. Wasserstoffgas zu Phosphorwasserstoffgas.
— — Schwefeldampf — 6 — — — Schwefelwasserstoffgas.
— — Arsendampf — 6 — — — Arsenwasserstoffgas.
— — Schwefeldampf — 6 — Quecksilberd. Schwefelquecksilber od. Zinnober.

Zweites Gesetz oder *das Gesetz der Volumgewichte (Atomgewichte.)*

Die specifischen Gewichte der gas- oder dampfförmigen Elemente sind entweder den Mischungsgewichten der Elemente gleich, oder sie sind mit einfachen ganzen Zahlen zu multipliciren oder durch einfache ganze Zahlen zu dividiren, um ihnen gleich zu werden.

(Siehe die spec. Gewichte der gasförmigen Elemente, Wasserstoff = 1, Seite 8; ferner die Eigenthümlichkeiten der Elementar-Aequivalente unter Nr. 7, Seite 35.)

Dieses Gesetz ergiebt sich aus dem ersten Gesetz und dem Begriff des spec. Gewichts.

Das spec. Gew. ist nämlich das Gewicht gleicher Raumtheile; verbinden sich also *gleiche Raumtheile* verschiedener Elemente mit einander, so sind die Gewichtsmengen dieser gleichen Raumtheile zugleich Mischungsgewichte und spec. Gewichte der vereinigten Elemente. Verbindet sich 1 Raumtheil des einen mit 2, 3, 4, 6 Raumtheilen des andern Elements, so verhalten sich die Gewichtsmengen dieser Raumtheile oder ihre Mischungsgewichte wie das einfache spec. Gew. des einen Elements zu dem 2- 3- 4- 6fachen specifischen Gewicht des andern; oder die Mischungsgewichte der verbundenen Elemente sind Vielfache der specifischen Gewichte in einer einfachen ganzen Zahl.

Volumgewichte und ihre Formeln.

Nimmt man die Anfangsbuchstaben der Elemente als Formeln für 1 Maass oder 1 Volum derselben im gas- oder dampfförmigen Zustande, und betrachtet die *Gewichtsmengen* des in diesem 1 Maass oder 1 Volum vorhandenen Elements als Mi-

schungsgewichte, so werden die specifischen Gewichte den Mischungsgewichten gleich und für die Elemente, und ihre Verbindungen ergeben sich folgende Formeln.

1) *Für die Elemente.*

H = 1	Sauerstoff
N = 14	O = 16
Cl = 35,46	P = 64
Br = 80	S = 96
Hg = 100	As = 150
J = 126,88	

2) *Formeln für die Verbindungen.*

H^2O = 2 Volumen Wasserstoff + 1 Vol. Sauerstoff zu Wasser oder 2 Gew.-The. Wasserstoff mit 16 Gew.-Theilen Sauerstoff oder 1 Gew.-Th. Wasserstoff mit 8 Gew.-Theilen Sauerstoff.

HCl = Salzsäure = 1 + 35,46,

HJ = Jodwasserstoff = 1 + 126,88,

HBr = Bromwasserstoff = 1 + 80,

H^3N = Ammoniak = 3 + 14,

N^2O^5 = Salpetersäure = (28 + 80) = 2 (14 + 5 . 8),

Hg^2O = Quecksilberoxyd = (200 + 16) = 2 (100 + 8),

Hg^4O = Quecksilberoxydul = (400 + 16) = 2 (200 + 8),

H^6P = Phosphorwasserstoffgas = (6 + 64) = 2 (3 + 32),

PO^5 = Phosphorsäure = (64+80) = 2(32+40) = 2(32+5.8),

H^6As = Arsenwasserstoff = (6 + 150) = 2 (3 + 75),

AsO^3 = arsenige Säure = (150 + 48) = 2 (75 + 24),

AsO^5 = Arsensäure = (150 + 80) = 2(75 + 40),

H^6S = Schwefelwasserstoffgas = (6 + 96) = 6 (1 + 16),

SO^3 = unterschweflige Säure = (96+48) = 6 (16+8),

SO^6 = schweflige Säure = (96+96) = 6 (16+16),

SO^9 = Schwefelsäure = (96 + 144) = 6 (16 + 24).

Stöchiometrische Rechnungen.

I. *Berechnung der Gewichtsmengen von zusammengesetzter Masse, welche durch Zutreten anderer Massen aus einer gegebenen Gewichtsmenge elementarer oder zusammengesetzter Masse entsteht.*

In einer chemischen Verbindung befindet sich entweder ein *einziges* Mischungsgewicht des einen *Elements* mit einem ein-

zigen Mischungsgewicht des andern, oder ein einziges Mischungsgewicht der einen *zusammengesetzten Masse* mit einem einzigen Mischungsgew. der andern verbunden; oder *mehrere* Mischungsgewichte eines *Elements* sind mit einem bis mehreren Mischungsgewichte eines andern, oder mehrere Mischungsgewichte einer *zusammengesetzten Masse* mit einem bis mehreren Mischungsgewichten einer anderen zusammengesetzten Masse verbunden.

So viel Mischungsgewichte eines Elements oder einer zusammengesetzten Masse sich aber in einer chemischen Verbindung mit andern Elementen oder zusammengesetzten Massen vereinigt vorfinden, *ebensoviel* Mischungsgewichte jener Elemente oder zusammengesetzten Massen gehören selbstverständlich dazu, um die gewünschte complicirtere chemische Verbindung hervorzubringen. Um z. B. *ein* Mischungsgewicht Eisenoxyd $= Fe^2O^3$ hervorzubringen, müssen 2 Mischungsgewichte Eisen $= Fe^2$ und drei Mischungsgewichte Sauerstoff $= O^3$ zusammentreten; — um *ein* Mischungsgewicht normales (dreifach) schwefelsaures Eisenoxyd $= Fe^2O^3, 3\,SO^3$ hervorzubringen, sind 1 Mischungsgewicht Eisenoxyd $= Fe^2O^3$ und 3 Mischungsgewichte Schwefelsäure $= 3\,SO^3$ nöthig, oder auch 2 Mischungsgewichte Eisen $= Fe^2$, 3 Mischungsgewichte Schwefel $= S^3$ und 12 Mischungsgewichte Sauerstoff $= O^{12}$. Wollte man nun wissen, wie viel dreifach schwefelsaures Eisenoxyd durch eine bestimmte Menge (z. B. 1 Pfd.) Eisen entstehen könne, wenn letzteres auf gehörige Weise mit Sauerstoff und Schwefel verbunden würde, so erführe man diess durch die Proportion:

$Fe^2 : Fe^2O^3, 3\,SO^3 = 1$ Pfd. Eisen : x oder in Zahlen ausgedrückt $(2.28) : (2.28) + (3.8) + 3\,(16 + 3.8) = 1 : x$. od. $56 : (56 + 24) + 3.40 = 1 : x$ od. $56 : 80 + 120 = 1 : x$ od.

$56 : 200 = 1 : x$ und $x = \frac{200.1}{56} = 3{,}571$ Pfund dreifach schwefelsaures Eisenoxyd.

Setzt man allgemein

M = dem *Mischungsgewichte der gesuchten* zusammengesetzten Masse,

m = dem *Mischungsgewichte der gegebenen* einfachen oder zusammengesetzten Masse,

n = der *Anzahl* der Mischungsgewichte m, welche nöthig sind zur Bildung eines Mischungsgewichtes M,

g = dem *gegebenen absoluten Gewichte* der einfachen oder zusammengesetzten Masse, und

x = der *gesuchten* Gewichtsmenge der zusammengesetzten Masse, so ist

$$x = \frac{g\ M}{n\ m}\ (\text{denn } n\,m : M = g : x).$$

Beispiele.

1) Wie viel Pfunde Kohlensäure (CO^2) entstehen bei der Verbrennung von 52 Pfd. Kohlenstoff, oder bei der Verbrennung von 100 Pfunden völlig trocknem Buchenholz, worin nahezu 52 Pfund Kohlenstoff vorhanden sind?

Hier ist $M = CO^2 = (6 + 2.8) = 22$
$m = C = 6$
$n = 1$
$g = 52$

folglich $x = \frac{g\ M}{n\ m} = \frac{52.22}{1.6} = \frac{52.22}{6} = 190{,}7$ Pfund Kohlensäure aus 52 Pfd. Kohlenstoff oder 100 Pfd. Holz.

2) Wie viele Pfunde Zucker = $C^{12}H^{11}O^{11}$ werden entstehen können aus der Assimilation von 6 Pfund Kohlensäure und der nöthigen Menge von Wasser durch die Pflanzen?

Hier ist $M = C^{12}H^{11}O^{11} = (6.12) + (11.1) + (11.8) = (72 + 11 + 88) = 171$
$m = CO^2 = (6 + 2.8) = 22$
$n = 12$
$g = 6$

folglich $x = \frac{g\ M}{n\ m} = \frac{6.171}{12.22} = 3{,}886$ Pfund Zucker aus 6 Pfund Kohlensäure und der nöthigen Mengen von Wasser.

3) Wie viel kohlensaurer Kalk = (CaO, CO^2) entsteht, wenn 100 Pfund gebrannter Kalk (CaO) durch längere Berührung mit Wasser und Kohlensäure in solchen umgewandelt werden?

Hier ist $M = CaO,\ CO^2 = (20 + 8) + (6 + 2.8) = (28 + 22) = 50.$
$m = CaO = 28$
$n = 1$
$g = 100$

folglich $x = \frac{g\ M}{n\ m} = \frac{100 . 50}{1 . 28} = \frac{5000}{28} = 178{,}57$ Pfund kohlens. Kalk.

4) Wie viel Gyps = (CaO, $SO^3 + 2\,HO$) wird gebildet, wenn 4 Pfd. Eisenvitriol, eine hinreichende Menge kohlensaurer Kalk und kohlensäurehaltiges Wasser bei Zutritt der Luft auf einander einwirken?

Erläuterung: Doppeltkohlensaurer Kalk und Eisenvitriol zerlegen sich in Gyps und doppeltkohlens. Eisenoxydul; letzteres nimmt den Sauerstoff der Luft auf und scheidet sich als braunes gewässertes Eisenoxyd unlöslich ab. Es geht aus dem Eisenvitriol nur die Schwefelsäure in den gebildeten Gyps über.

Hier ist $M = (CaO, SO^3 + 2\,HO) = (28 + 40 + 18) = 86$

$m = (FeO, SO^3 + 7\,HO) = (28 + 8) + (16 + 3.8) + 7\,(1 + 8) = 36 + 40 + 63 = 139$

$n = 1$ (denn in einem Mischungsgewichte des Eisenvitriols ist SO^3 vorhanden, welche gerade hinreicht, um mit dem nöthigen Kalk und Wasser 1 Mischungsgewicht Gyps zu bilden).

$g = 4$

folglich $x = \frac{g\,M}{n\,m} = \frac{4.86}{1.139} = \frac{344}{139} = 2{,}475$ Pfund Gyps entstehen aus der Zersetzung von 4 Pfund Eisenvitriol durch doppelkohlens. Kalk.

II. *Berechnung der Gewichtsmengen elementarer oder minder zusammengesetzter Masse, welche aus einer gegebenen zusammengesetzten Masse erhalten werden können.*

Setzt man hier

M = dem *Mischungsgewicht der gegebenen* zusammengesetzten Masse,

m = dem *Mischungsgewicht der gesuchten* elementaren, oder minder zusammengesetzten Masse,

n = der *Anzahl* der Mischungsgewichte m, welche in *einem* Mischungsgewichte M vorkommen, oder doch daraus erhalten werden,

g = dem *gegebenen absoluten Gewicht* der zusammengesetzten Masse, und

x = der *gesuchten Gewichtsmenge* der elementaren oder minder zusammengesetzten Masse, so ist

$x = \frac{g\,n\,m}{M}$ (denn $M : n\,m = g : x$).

Beispiele:

1) Wie viel Pfunde Stickstoff sind in 25 Pfund gewässerter phosphorsaurer Ammoniak-Talkerde $= (H^3N,HO,2MgO), {}^cPO^5 + 12HO$ enthalten?

(*Bemerkung*. Dieses ausgezeichnete Dünge-Salz entsteht unter andern beim Vermischen des Wassers aus Kloaken mit Bittersalz, es ist sehr schwer in Wasser löslich und setzt sich beim ruhigen Stehen der Flüssigkeit zu Boden. Auf solche Weise kann dem sonst nutzlos weglaufenden Kloakenwasser ein Theil des düngenden Bestandtheils (das Ammoniak und die Phosphorsäure) entzogen werden.)

Hier ist $M = (H^3N,HO, 2MgO), {}^cPO^5 + 12HO =$
$(3+14)+(1+8)+2(12+8)+(32+5.8)+12(1+8) = 246.$

$m = N = 14$

$n = 1$

$g = 25$

folglich $x = \frac{g\,n\,m}{M} = \frac{25.1.14}{246} = \frac{25.14}{246} = 1{,}423$ Pfd. Stickstoff.

2) Wie viel Pfunde gebrannten Kalk (CaO) erhält man aus 100 Pfd. Kalkstein (CaO,CO^2 mit Beimengungen)?

Bemerkung. Der zum Kalkbrennen tauglichste Kalkstein von Jena, enthält nahezu 97 Proc. kohlens. Kalk (CaO,CO^2).

Hier ist $M = CaO,CO^2 = (20 + 8) + (6 + 2.8) = 50$

$m = CaO = 28$

$n = 1$

$g = 97$

folglich $x = \frac{g\,n\,m}{M} = \frac{97.1.28}{50} = 54{,}32$ Pfd. gebrannter Kalk oder Aetzkalk.

Diesen 54,32 Pfd. gebrannten Kalk bleiben 2 Pfd. fremdartige Substanzen (Thon, Eisenoxyd, Talkerde) beigemengt; man erhält also 56,32 Pfd. Aetzkalk.

Kohlensäure aus den kohlens. Kalk, der kohlens. Talkerde und eine kleine Menge Wasser (0,3 Proc.), in Summe 43,68 Pfd. $CO^2 + HO$ entweichen.

Nach H. Davy verlieren die vor dem Brennen gehörig getrockneten Kalksteine 35—40 Proc. beim Glühen; die Rüdersdorfer Kalksteine verlieren nach Thär beträchtlich mehr. (Ele-

mente der Agriculturchemie von H. Davy übersetzt von F. Wolff; S. 364).

3) Wie viele Pfde. gebrannten Gyps erhält man aus 100 Pfd. grauem späthigen Gyps?

Bemerkung. Der graue späthige Gyps von Arnstadt enthält 96 Proc. reinen Gyps und 4 Proc. thonige, dolomitische Beimengungen (einschliesslich 1 Proc. Wasser und Kohlensäure).

Hier ist $M = (CaO,SO^3 + 2HO) = (28 + 40 + 18) = 86$

$m = CaO,SO^3 = (28 + 40) = 68$

$n = 1$

$g = 96$

folglich $x = \frac{g\,n\,m}{M} = \frac{96 . 1 . 68}{86} = 75{,}9$ Pfd. reiner gebrannter Gyps.

Dazu kommen 3 Proc. Glührückstand der Beimengungen; die Menge des gebrannten Gypses beträgt sonach $75{,}9 + 3 = 78{,}9$ oder nahezu 79 Pfund.

5) Wie viel Pfunde Schwefelsäure finden sich in 100 Pfund Thonerde-Kali-Alaun oder gemeinem Alaun?

Hier ist $M = (KO,SO^3 + Al^2O^3, 3SO^3) + 24HO$

$= (39 + 8) + (16 + 3.8) + (27{,}4 + 3 . 8) + 3(16 + 3.8) + 24(1 + 8) = 474{,}4$

$m = SO^3 = (16 + 3.8) = 40$

$n = 4$ (nämlich $1 \times SO^3$ an Kali und $3 \times SO^3$ an Thonerde gebunden, folglich $4 \times SO^3$ in 1 Mischungsgewicht Alaun)

$g = 100$

folglich $x = \frac{g\,n\,m}{M} = \frac{100 . 4 . 40}{474{,}4} = 33{,}73$ Pfd. Schwefelsäure.

5) Wie viel preuss. Quart Branntwein von 50 Volumprocent Alcoholgehalt erhält man aus 100 Pfund Kartoffeln von mittlerem Stärkmehlgehalt (18 Proc. Stärkmehl)?

Bemerkung. Das Stärkmehl der Kartoffeln hat die Formel $C^{12}H^{10}O^{10}$; beim Maischen geht es unter Aufnahme von Wasser in Stärkezucker (Krümel- oder Traubenzucker) $= C^{12}H^{12}O^{12}$ über; bei der Gährung zerfällt der Stärkezucker in $2\,C^4H^6O^2$ (Alcohol) und $4\,CO^2$ (Kohlensäure). Demnach liefern $C^{12}H^{10}O^{10}$ (Stärkemehl) $2\,C^4H^6O^2 = C^8H^{12}O^4$ (Alcohol).

$$\begin{aligned} \text{Hier ist } M &= C^{12}H^{10}O^{10} = (6.12)+(10.1)+(10.8) \\ &= (72+10+80) = 162 \\ m &= C^4H^6O^2 = (4.6)+(6.1)+(2.8) \\ &= (24+6+16) = 46 \\ n &= 2 \\ g &= 18 \end{aligned}$$

folglich $x = \frac{g\,n\,m}{M} = \frac{18.2.46}{162} = 10{,}22$ Pfd. absoluter (wasserfreier) Alcohol aus 18 Pfund Stärkmehl oder 100 Pfund Kartoffeln von diesem Stärkmehlgehalte.

Nun wiegt 1 preussisch Quart Wasser 2,5 Pfund preuss.; folglich wiegt 1 Quart absoluter Alcohol 2,5 . 0,7939 Pfund = 1,985 Pfund (weil in denselben Raum, welcher durch 1 Pfd. Wasser erfüllt wird nur 0,7939 Pfund Alcohol gehen, oder mit anderen Worten, weil das specifische Gewicht des Alcohols = 0,7939).

Daraus ergiebt sich die Anzahl der Quarte absoluten Alcohols, welche = 10,22 Pfund, nach der Proportion 1,985 : 1 = 10,22 : x und $x = \frac{1 \,.\, 10{,}22}{1{,}985} = 5{,}149$ Quart absoluten Alcohols aus 100 Pfund Kartoffeln.

Da 1 Quart absoluter Alcohol = 100 Volumprocenten = 100 Quartprocenten Alcohol, so sind 5,149 Quart Alcohol = 514,9 Quartprocenten Alcohol. — Da endlich 1 Quart Branntwein von 50 Volumprocent ebensoviel Quartprocente absoluten Alcohols enthält, so sind 514,9 Quartprocente absoluter Alcohol $= \frac{514{,}9}{50} = 10{,}298$ Quart Branntwein von 50 Volum $^0/_0$ Alcoholgehalt.

100 Pfd. Kartoffeln von 18 Proc. Stärkmehlgehalt liefern demnach höchstens 5,149 Quart absoluten Alcohol = 10,298 Quart Branntwein von 50 Volumprocent *Alcoholgehalt* = 514,9 Quartprocente Alcohol.

Durch eine ähnliche Rechnung findet man, dass durch das Stärkemehl der zum Einmischen von 100 Pfd. Kartoffeln höchstens angewandten Malzmenge (6 Pfd. Malz), nämlich durch 2 Pfd. Stärkmehl höchstens 1,13 Pfd. absoluter Alcohol = 0,569 Quart Alcohol erzeugt werden können.

100 Pfd. Kartoffeln = 18 Pfd. Stärkmehl = 5,149 Quart abs. Alcohol
6 — Gerstenm. = 2 — — = 0,569 — — —
in Summa = 5,718 Quart abs. Alcohol.

Aus 100 Pfund Kartoffeln von 18 Proc. Stärkmehlgehalt und 6 Pfd. Gerstenmalz = 2 Pfd. Stärkmehl können höchstens 5,718 Quart absoluter Alcohol = 11,436 Quart Branntwein von 50 Volumprocent = 571,8 Quartprocente Alcohol erhalten werden. —

Nach *Dorn's* älteren Angaben erhält man in der Praxis aus 100 Pfund Kartoffeln 8 Quart Branntwein von 50 Procent Tralles = 400 Quartproc. Alcohol. — Nach *Schubarth's* neueren Angaben liefern 100 Pfd. Kartoffeln 9 Quart 50procentigen Branntwein = 450 Quartprocente Alcohol. Viele Brenner wollen 10, ja sogar 11 Quart Branntwein von 50 Proc. Tralles erhalten haben. Entweder waren die von den letzteren angewandten Kartoffeln sehr stärkmehlreich, oder jene Brenner rechneten das angewandte Malz mit ein, oder sie gaben den Ertrag zu hoch an.

Analytische Reductionszahlen.

Bei quantitativ-chemischen Analysen ist es selten möglich, die Elemente oder die Säuren und Basen einer Verbindung leicht und ohne Gewichtsverlust auszuscheiden; meistens scheidet man das Element oder die Säure oder Basis in Verbindung mit anderen Elementen, Basen und Säuren aus, und berechnet aus der bekannten Zusammensetzung der abgeschiedenen Verbindung die Menge der darin vorhandenen einfacheren Massen. Zur Erleichterung der Rechnung dienen die *analytischen Reductionszahlen*, welche angeben, wie viel in einem Gewichtstheile irgend einer durch die quantitativ-chemische Analyse abgeschiedenen (*gegebenen*) chemischen Verbindung Gewichtstheile der *gesuchten* einfacheren Masse vorhanden sind (oder auch wie viel Gewichtstheile der gesuchten Masse einem Gew.-Theile der gefundenen Masse entsprechen.)

Durch Multiplication der gegebenen Gewichtsmenge irgend einer Verbindung mit ihrer entsprechenden Reductionszahl erfährt man nun die Menge der gesuchten einfacheren Massen (der Elemente. Säuren und Basen).

Die Ermittlung dieser Reductionszahlen wird aus folgendem Beispiele erhellen:

Wie viel Kalk (CaO) und wie viel Kohlensäure (CO^2) finden sich in 1 Gew.-Thle kohlensaurem Kalk (CaO,CO^2)?

Da ein Mischungs-Gewicht kohlensaurer Kalk (CaO,CO^2) ein Mischungsgewicht Kalk (CaO) enthält, so findet man die Menge des Kalks in 1 Gew.-The. kohlensaurem Kalk nach der Proportion:

$$CaO,CO^2 : CaO = 1 : x \text{ oder}$$
$$(20+8)+(6+2.8) : (20+8) = 1 : x; \text{ oder}$$
$$(28+22) : 28 = 1 : x \text{ oder}$$
$$50 : 28 = 1 : x; \text{ und}$$
$$x = \frac{1.28}{50} = \frac{28}{50} = \frac{56}{100} = 0{,}56, \text{ und } 0{,}56 \text{ ist}$$

die analytische Reductionszahl des kohlens. Kalks auf reinen Kalk.

Ebenso für Kohlensäure:

$$CaO,CO^2 : CO^2 = 1 : x \text{ oder}$$
$$50 : 22 = 1 : x \text{ und}$$
$$x = \frac{22.1}{50} = \frac{22}{50} = \frac{44}{100} = 0{,}44, \text{ und } 0{,}44 \text{ ist}$$

die analytische Reductionszahl des kohlensauren Kalks auf Kohlensäure.

Wären durch die Analyse einer Kalkverbindung 3 Gran kohlensaurer Kalk gegeben, so betrüge die Menge des darin vorhandenen reinen Kalks $3.0{,}56 = 1{,}68$ Gran.

Tafel der wichtigsten analytischen Reductionszahlen.

Gegebene Verbindung.	*Formel derselben.*	*Gesuchte Verbindung od. gesuchtes Element.*	*Formel derselben.*	*Reductionszahl.*
Chlorkalium	KCl	Kali	KO	0,6318
—	—	Chlor	Cl	0,4755
Chlornatrium	NaCl	Natron	NaO	0,5300
—	—	Chlor	Cl	0,6069
Chlorsilber	AgCl	Silber	Ag	0,7528
—	—	Chlor	Cl	0,2472
—	—	Chlornatrium	NaCl	0,4073
—	—	Chlorwasserstoff	HCl	0,2542
—	—	Silberoxyd	AgO	0,8086
Eisenoxyd	Fe^2O^3	Eisenoxydul	FeO	0,9000
—	—	Eisen	Fe	0,7000
Kohlensaurer Baryt	BaO,CO^2	Baryt	BaO	0,7770
— —	—	Kohlensäure	Co^2	0,2230
Kohlensaures Kali	$KO;CO^2$	Kali	KO	0,6817
Kohlensaurer Kalk	CaO,CO^2	Kalk	CaO	0,5600
— —	—	Kohlensäure	CO^2	0,4400
Kohlensaures Natron	NaO,CO^2	Natron	NaO	0,5847
Kupferoxyd	CuO	Kupfer	Cu	0,7986
Phosphors. Bleioxyd	$3PbO,PO^5$	Phosphorsäure	PO^5	0,1771
Platinchlorid-Chlorammonium	$H^1NCl,PtCl^2$	Ammoniak	H^3N	0,07625
Platinchlorid-Chlorkalium	$KCl,PtCl^2$	Kali	KO	0,1930
Schwefelsaurer Baryt	BaO,SO^3	Baryt	BaO	0,6571
— —	—	Schwefelsäure	SO^3	0,3429
— —	—	schwefels. Kalk	CaO,SO^3	0,5830
— —	—	Gyps	$CaO,SO^3 + 2Ho$	0,7373
— —	—	Schwefel	S	0,1372
— —	—	Kohlensäure	CO^2	0,1886
Schwefels. Bleioxyd	PbO,SO^3	Bleioxyd	PbO	0,7361
Schwefelsaurer Kalk	CaO,SO^3	Kalk	CaO	0,4118
Schwefelsaures Kali	KO,SO^3	Kali	KO	0,5408
Schwefelsaures Natron	NaO,SO^3	Natron	NaO	0,4364
— —	—	Chlornatrium	NaCl	0,8233
— —	—	kohlens. Natron	NaO,CO^2	0,7464
Talkerde	MgO	Chlormagnium	MgCl	2,3588
Wasser	HO	Gyps	$CaO,SO^3 + 2HO$	9,555
Zinkoxyd	ZnO	Zink	Zn	0,8026
Zinnoxyd	SnO^2	Zinn	Sn	0,7838

Dritter Abschnitt.

Zersetzung chemischer Verbindungen.

Chemische Zersetzung ist Trennung völlig gleichartiger Massen in ungleichartige Bestandtheile. Sie geschieht entweder durch die ausdehnende Kraft der Wärme oder die abstossende Kraft der electrischen Flüssigkeiten oder durch die chemische Anziehungskraft (Affinität) elementarer oder zusammengesetzter Massen, oder durch die vereinte Wirkung aller genannten Kräfte auf chemische Verbindungen.

A. *Zersetzung durch die stärkere Affinität freier Elemente.*

Eine Verbindung erster, zweiter, dritter oder höherer Ordnung wird durch ein freies oder mehrere freie Elemente zerlegt.

a) Das zersetzende Element ist ein *Zünder;* dann heisst die Zersetzung eine durch *einfache Wahlverwandtschaft* (einfache Affinität) zwischen einem freien Zünder und einem gebundenen Radicale bewirkte.

Beispiele.

I. Zersetzung von Verbindungen *erster Ordnung.*

1) *einer Säure:* Schwefelwasserstoff in Wasser gelöst scheidet bei Einwirkung des Sauerstoffs der Luft Schwefel ab und es bleibt reines Wasser.

$$(HS + HO) + O = (HO + HO) + S ♀ *).$$

2) *einer Basis;* Ammoniak in Wasser gelöst mit Chlorgas behandelt giebt salzsaures Ammoniak und Stickgas.

$$4\,H^3N + 3\,Cl = 3\,(H^3N,HCl) + N ♂.$$

3) *einer neutralen Verbinduug:* Leuchtgas und wenig Sauerstoffgas geben beim Erhitzen zum Glühen Wasser und Kohle.

*) Das Zeichen ♀ bedeutet Niederschlag, das Zeichen ♂ entwickeltes Gas oder Dampf.

$(HC) + O = (HO) + C$ ♀.

II. Zersetzung von Verbindungen *höherer Ordnung.*

1) *eines einfachen Salzes:* Oxalsaurer Kalk an der atmosphärischen Luft (oder was dasselbe ist, im Sauerstoffgase) geglüht, giebt kohlensauren Kalk und freie Kohlensäure.

$(CaO,C^2O^3) + O = (CaO,CO^2) + CO^2$ ↑.

2) *eines Doppelsalzes:* Oxalsaures Chromoxyd-Kali an der Luft geglüht, giebt Chromoxyd-Kali, Kohlensäure und Wasser.

$[(KO,C^2O^3 + Cr^2O^3, 3\,C^2O^3) + 10\,HO] + 4\,O =$
$(KO, 2\,Cr^2O^3) + 8\,CO^2 + 10\,HO$ ♁.

b) Das zersetzende Element ist ein *Radical;* dann heisst die Zersetzung eine durch einfache Affinität (Wahlverwandtschaft) zwischen dem freien Radicale und einem gebundenen Elemente bewirkte.

Beispiele:

I. Zersetzung einer Verbindung *erster Ordnung.*

1) *einer Säure:* Chlorwasserstoff und Eisen geben Eisenchlorür und Wasserstoff.

$(HCl) + Fe = (FeCl) + H$ ♁.

2) *einer Basis:* Silberoxyd mit Wasser und Zink gekocht, giebt Silber und Zinkoxyd. $(AgO) + Zn = (ZnO) + Ag$ ♀.

3) *einer neutralen Verbindung:* Wasser und Kalium geben Kaliumoxyd und Wasserstoffgas. $(HO) + K = (KO) + H$ ♁.

II. Zersetzung einer Verbindung *höherer Ordnung.*

1) *eines einfachen Salzes:* Kupfervitriol in Wasser gelöst mit metallischem Eisen und ein wenig freier Schwefelsäure in Berührung giebt Eisenvitriol und Kupfer.

$(CuO,SO^3) + Fe + x\,HO + SO^3 = (FeO,SO^3) + Cu$ ♀ $+ x\,HO + SO^3$.

2) *eines Doppelsalzes:* Kupfereisenvitriol in wässriger schwach angesäuerter Lösung mit Zink in Berührung giebt Zinkeisenvitriol und Kupfer.

$(FeO,SO^3 + CuO,SO^3) + Zn + x\,HO + SO^3 = (FeO,SO^3 + ZnO,SO^3) + Cu$ ♀ $+ x\,HO + SO^3$.

c) Die Zersetzung geschieht durch gleichzeitige Einwirkung von *zwei freien* Elementen, besonders durch einen freien Zün-

der und ein freies Radical, oder Zersetzung durch doppelte Wahlverwandtschaft (Affinität) zwischen freien und gebundenen Elementen.

Z. B. Thonerde mit Kohle allein, oder unter Chlorgas allein geglüht, wird nicht zersetzt; aber mit Kohle gemengt im Chlorgase geglüht, bildet sie Alumiumchlorid und Kohlenoxyd.

$$(Al^2O^3) + 3C + 3Cl = \underline{(Al^2Cl^3)}\uparrow + 3\underline{(CO)}\uparrow$$

d) Die Zersetzung geschieht durch gleichzeitige Einwirkung *eines freien* Elements und einer *Verbindung erster Ordnung* (sogenannte Zersetzung durch *prädisponirende Verwandtschaft*).

Beispiele:

1) Eisen vermag das Wasser nur in der Glühhitze, aber nicht bei gewöhnlicher Temperatur zu zerlegen; aber Eisen und verdünnte Schwefelsäure in Gemeinschaft zerlegen bei gewöhnlicher Temperatur das Wasser und geben schwefelsaures Eisenoxydul und Wasserstoffgas.

$$Fe + (HO,SO^3) + x\,HO = (FeO,SO^3) + H\uparrow + x\,HO.$$

Hier ist es also mehr das Hydratwasser der Schwefelsäure, als das freie Wasser, welches durch das Eisen bei gewöhnlicher Temperatur zerlegt wird.

2) Phosphor vermag bei gewöhnlicher Temperatur das Wasser ebenfalls nicht zu zerlegen; aber Phosphor mit Kalilauge gekocht, giebt Phosphorwasserstoffgas und unterphosphorigsaures Kali.

$$4P + 3\,(KO,HO) = \underline{(H^3P)}\uparrow + 3\,(KO,PO).$$

Hier ist es das Hydratwasser des Kali, welches durch den Phosphor zerlegt wird; der Wasserstoff entweicht nicht rein, sondern als drittel Phosphorwasserstoffgas, dem eine sehr kleine Menge halb Phosphorwasserstoffgas beigemengt ist, wodurch es selbstentzündlich wird.

B. *Zersetzung durch die stärkere Affinität gebundener Elemente.*

Eine Verbindung erster, zweiter, dritter oder höherer Ordnung wird durch eine Verbindung *erster Ordnung* zerlegt.

a) Nur *ein Element* der zersetzenden Verbindung erscheint thätig, das zweite verhält sich scheinbar passiv; oder Zersetzung durch *einfache* Wahlverwandtschaft gebundener Elemente.

Beispiele:

Eisenchlorid und wässrige Lösung des Schwefelwasserstoffs geben Eisenchlorür, Schwefel und Wasser.

$$(Fe^2Cl^3) + (HS,HO) = 2(FeCl) + (HCl,HO) + S ♀.$$

Hier ist nur das dritte Aequivalent Chlor das thätige, zersetzende gebundene Element; das damit verbundene Eisen verhält sich scheinbar passiv (unthätig).

b) ***Beide Elemente*** der zersetzenden Verbindung erscheinen thätig; oder Zersetzung durch doppelte Wahlverwandtschaft gebundener Elemente.

Beispiele:

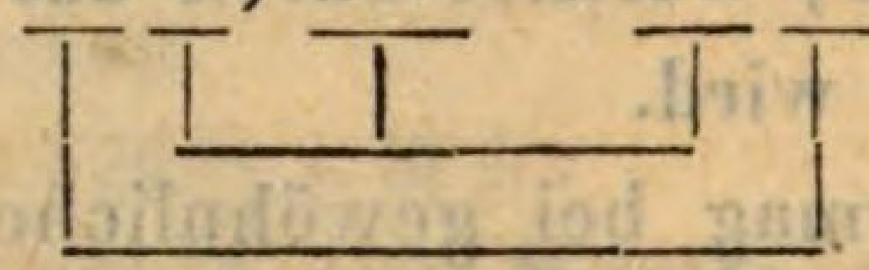
1) Eisenchlorid mit Wasser gemischt, liefert salzsaures Eisenoxyd.

$$Fe^2Cl^3 + 3\ HO = Fe^2O^3 + 3\ HCl.$$

2) Glaubersalzlösung mit Chlorbaryumlösung gemischt, liefern Schwerspath als Niederschlag und Kochsalzlösung.

$$(NaO,SO^3) + (BaCl) = \underline{(BaO,SO^3)} + (NaCl)$$
♀

oder $Na\ O,\ SO^3 + Ba\ Cl.$



3) Kochsalzlösung mit salpetersaurem Silberoxyd vermischt, giebt Chlorsilber und salpetersaures Natron.

$$NaCl + (AgO,NO^5) = \underline{AgCl} + (NaO,NO^5).$$
♀

C. *Zersetzung durch die stärkere Affinität freier Verbindungen erster Ordnung.*

Eine Verbindung erster, zweiter, dritter oder höherer Ordnung wird durch eine binäre Säure oder binäre Basis, oder eine zweideutige Verbindung erster Ordnung zerlegt.

a) *Zersetzung durch eine freie, oder an Wasser gebundene Säure;* oder Zersetzung durch einfache Wahlverwandtschaft einer freien Säure zu einer gebundenen Basis.

Beispiele:

1) Braunstein und concentrirte Schwefelsäure geben schwefelsaures Manganoxydul und Sauerstoff.

$$MnO^2 + (HO,SO^3) = (MnO,SO^3 + HO) + O ↑$$

oder auch $(MnO,MnO^3) + 2(HO,SO^3) = 2(MnO,SO^3 + HO) + 2\,O$ ♂.

2) Kohlensaurer Kalk und Salpetersäurehydrat geben salpetersauren Kalk und Kohlensäure.

$$(CaO,CO^2) + (HO,NO^5) = (CaO,NO^5) + HO + CO^2 \text{ ♂}.$$

b) *Zersetzung durch eine freie, oder an Wasser gebundene Basis;* oder Zersetzung durch einfache Wahlverwandtschaft einer freien Basis zu einer gebundenen Säure.

Beispiele:

Kupfervitriollösung mit Kalilauge gekocht, giebt schwefelsaures Kali und Kupferoxyd.

$$(CuO, SO^3) + (KO) + x\,HO = (KO,SO^3) + \underline{CuO} + x\,HO.$$

♀

D. *Zersetzung durch die stärkere Affinität gebundener Verbindungen erster Ordnung.*

Hierher gehören die Zersetzungen der Salze durch Salze.

a) Nur der eine zusammengesetzte Bestandtheil des zersetzenden Salzes erscheint thätig; der andere verhält sich scheinbar passiv; oder Zersetzung durch *einfache* Wahlverwandtschaft gebundener Säuren oder Basen zu gebundenen Basen oder Säuren.

Beispiele:

1) Kieselsaures Kali mit salzsaurem Ammoniak bei Gegenwart von Wasser geben Chlorkalium, Ammoniak und Kieselerdehydrat.

$$(KO, SiO) + (H^3N,HCl) + x\,HO = (KCl) + (H^3N) + (SiO,HO) + x\,HO.$$

Oder $\overline{H^3N}$, $\overline{HCl}$ + $\overline{HO}$

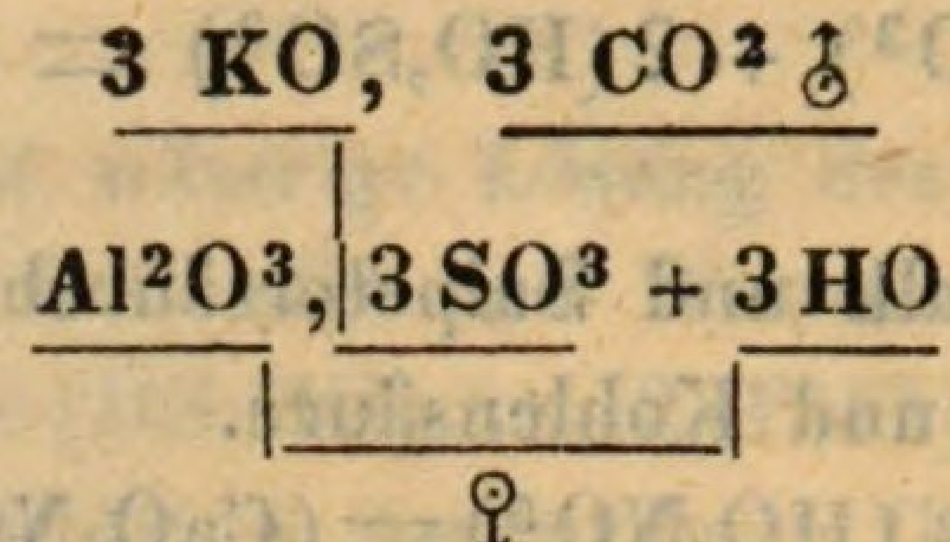
/ /

$\underline{KO}$/, $\underline{SiO}$/

♀

2) Kohlensaures Kali mit einer Lösung von schwefelsaurer Thonerde vermischt giebt schwefelsaures Kali, Thonerdehydrat und freie Kohlensäure:

$$3\,(KO,CO^2) + (Al^2O^3, 3\,SO^3) + 3\,HO =$$
$$3\,(KO,SO^3) + (Al^2O^3, 3\,HO) + 3\,CO^2 \text{ oder}$$



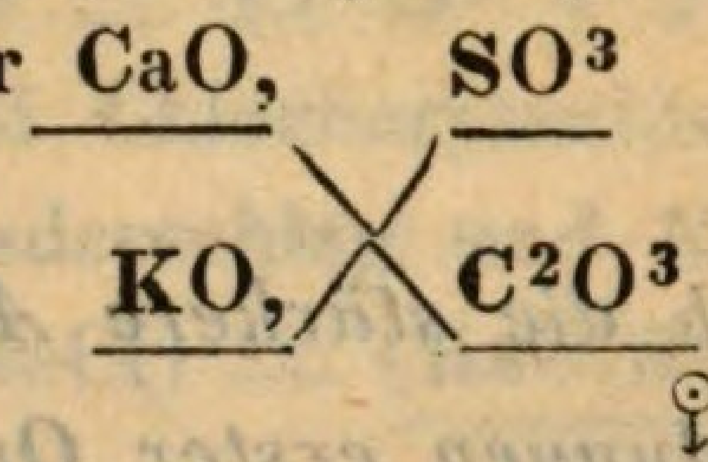
b) Beide Bestandtheile (Säure und Basis) des zersetzenden Salzes erscheinen thätig; oder Zersetzung durch *doppelte* Wahlverwandtschaft gebundener Säuren und gebundener Basen zu gebundenen Basen und gebundenen Säuren.

Beispiele:

1) *Zersetzung eines einfachen Salzes durch ein anderes.* Gypslösung mit oxalsaurem Kali vermischt giebt schwefelsaures Kali und oxalsauren Kalk.

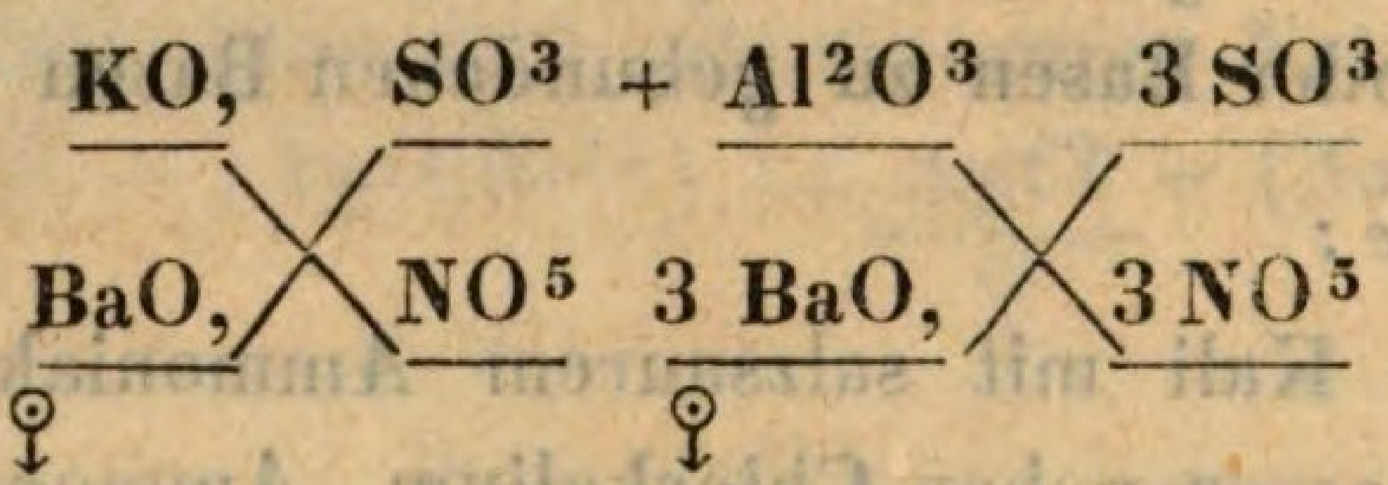
$$(CaO,SO^3) + (KO,C^2O^3) = (KO,SO^3) + (CaO,C^2O^3)$$

oder



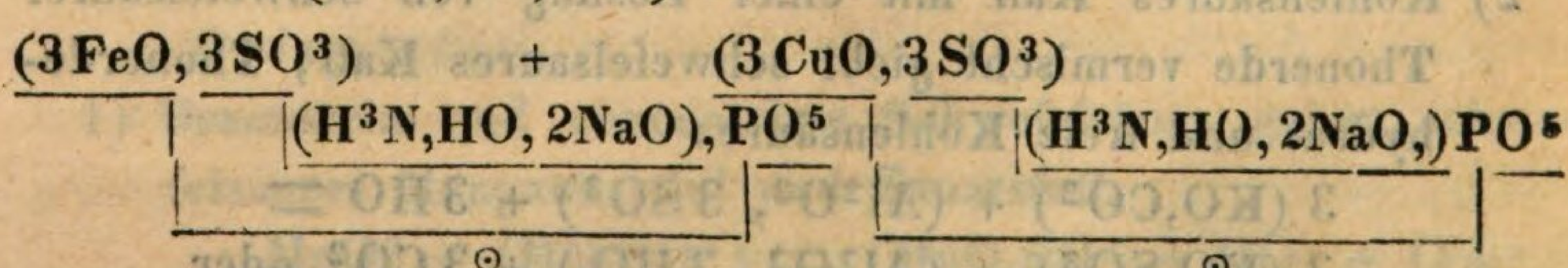
2) *Zersetzung eines Doppelsalzes durch ein einfaches Salz.* Alaunlösung mit salpeters. Baryt vermischt, giebt salpeters. Kali, salpetersaure Thonerde und schwefelsauren Baryt.

$$(KO,SO^3 + Al^2O^3, 3\,SO^3) + 4\,(BaO,NO^5)$$
$$= (KO,NO^5) + (Al^2O^3 + 3\,NO^5) + 4\,(BaO,SO^3) \text{ oder}$$



3) *Zersetzung eines Doppelsalzes durch ein Doppelsalz.* Kupfereisenvitriollösung mit phosphorsaurem Natron-Ammoniak vermischt, giebt phosphorsaures Eisenoxydul, phosphorsaures Kupferoxyd, schwefelsaures Natron und schwefelsaures Ammoniak.

$$3\,(FeO,SO^3 + CuO,SO^3) + 2[(H^3N,HO,2\,NaO),PO^5] =$$
$$(3\,FeO,PO^5) + (3\,CuO,PO^5) + 4\,(NaO,SO^3) +$$
$$2\,(H^3N,HO,SO^3) \text{ oder}$$



Umänderung der Zersetzungserscheinungen.

Unter gleichen Umständen treten immer dieselben Zersetzungen ein, unter veränderten Umständen zeigt sich häufig ein entgegengesetzter Erfolg der Zersetzung. Zu den Umständen, welche die gegenseitigen Affinitäten schwächen, aufheben oder verstärken können, gehören: die gleichzeitige *Einwirkung der Wärme*, die *relative Menge* der auf einander wirkenden Substanzen, die Löslichkeit oder Unlöslichkeit der entstehenden Verbindungen in dem vorhandenen Lösungsmittel u. a. m.

Beispiel:

Wasserdampf mit glühendem Eisen in Berührung, giebt seinen Sauerstoff an das Eisen und wird zu Wasserstoffgas.

$$4\,HO + 3\,Fe = 4\,H + (Fe^3O^4).$$

Wasserstoffgas über glühendes Eisenoxyd-Oxydul geleitet, giebt Eisen und Wasserdampf.

$$Fe^3O^4 + 4\,H = 3\,Fe + 4\,HO.$$

Im ersteren Falle wird nicht aller Wasserdampf zerlegt, im letzteren Falle nicht alles Wasserstoffgas oxydirt; im ersteren Falle ist also überschüssiger Wasserdampf, im letzteren Falle überschüssiges Wasserstoffgas zugegen.

Der Grund dieser verschiedenartigen Zersetzung ist wohl in einer *nahezu gleichen* chemischen Anziehungskraft des Eisens und Wasserstoffs für den Sauerstoff zu suchen. Wirken nun grössere Mengen von Wasserstoff auf kleinere Mengen von Eisenoxyd, so wird dem letzteren der Sauerstoff entzogen; wirken grössere Mengen von Eisen auf kleinere Mengen von Wasser, so wird das letztere zersetzt. Strömt Wasserdampf über glühendes Eisen, so wird durch das letztere in jedem der auf einander folgenden Zeittheilchen eine *kleine* Menge Wasser zerlegt und das gebildete Wasserstoffgas augenblicklich durch den nachströmenden Wasserdampf entfernt; es hat nicht Zeit auf das gebildete Eisenoxyd wieder zersetzend einzuwirken. Strömt umgekehrt Wasserstoffgas über glühendes Eisenoxyd, so reducirt das erstere in jedem der auf einander folgenden Zeittheilchen eine *kleine* Menge von Eisenoxyd zu metallischem Eisen. Da aber das nachströmende Wasserstoffgas den bei der

Reduction des Eisens gebildeten Wasserdampf augenblicklich mit sich hinweg nimmt, so hat das Eisen keine Gelegenheit, denselben wieder zu reduciren. —

Man hat diese Umänderungen der Zersetzung mit den Namen Zersetzung durch *reciproke Affinität* (wechselseitige, wechselnde Wahlverwandtschaft) bezeichnet.

Zweiter Theil.

Qualitative Analyse unorganischer Verbindungen.

Zweiter Theil.

Qualitative Analyse unorganischer Verbindungen.

Der Zweck der chemischen Analyse ist *Trennung* eines Gemisches von Körpern in seine einzelnen Bestandtheile und *Ermittelung* der Natur dieser Bestandtheile. Sie ist eine *qualitative Analyse*, wenn durch sie nur die *Natur oder Beschaffenheit*, hingegen eine *quantitative*, wenn zugleich die *Menge* der Bestandtheile in einem Gemische von Körpern ermittelt wird.

Die qualitative Analyse muss der quantitativen jedesmal vorausgehen, weil nur bei genauer Bekanntschaft mit dem Vorhandensein und den Eigenschaften der gemischten Körper ein richtiger Weg zur genauen Mengenbestimmung derselben angegeben werden kann.

Man trennt sowohl die qualitative als auch die quantitative Analyse in die der unorganischen und die der organischen Körper. Es ist zweckmässig, mit der qualitativen Analyse unorganischer Körper zu beginnen, darauf die quantitative Analyse dieser Körper folgen zu lassen und nun erst die qualitative und quantitative Analyse organischer Substanzen vorzunehmen.

Unter den unorganischen Verbindungen sind die Gasgemische am schwierigsten zu analysiren; man beginnt deshalb bei den analytischen Uebungen mit der Untersuchung *tropfbar flüssiger* oder *fester* Körper. Der dabei einzuschlagende Weg ist ein doppelter; zuerst prüft man das Verhalten der Substanz in der Wärme *(Prüfung auf trocknem Wege)*, alsdann unterwirft man dieselbe der Einwirkung von Auflösungsmitteln, und prüft die erhaltene tropfbare Flüssigkeit mit geeigneten *Reagentien (Prüfung auf nassem Wege)*.

Erster Abschnitt.

Physikalische Eigenschaften und Veränderungen der unorganischen Massen.

Ehe man den zur Untersuchung gegebenen Körper der Einwirkung chemischer Reagentien unterwirft, ehe man also seine Mischung ändert, ist es nothwendig oder doch nützlich, die physikalischen Eigenschaften und Veränderungen desselben zu ermitteln.

Dahin gehören alle Eigenschaften und Veränderungen der Körper, welche eine Folge der Einwirkung mechanischer Kräfte (der Schwere, Cohäsion, Adhäsion, Elasticität u. s. w.) oder der ätherischen (unwägbaren) Stoffe, nämlich des Lichtäthers, Wärmeäthers, der elektrischen und magnetischen Flüssigkeiten sind; besonders

1) die allgemeine Form oder der Aggregatzustand (Gasform, tropfbarflüssige, feste Form);
2) die besondere Form der festen Körper (ihre Krystallform oder ihre Amorphie);
3) das absolute und specifische Gewicht;
4) die Farbe, die Durchsichtigkeit oder Undurchsichtigkeit, der Glanz;
5) die Härte;
6) das Verhalten gegen den Magneten;
7) die Flüchtigkeit oder Feuerbeständigkeit.

Die Abhandlung dieser Eigenschaften unorganischer Körper gehört in das Gebiet der Physik und Mineralogie; nur über das absolute und specifische Gewicht, über die Farbe unorganischer Massen und ihr Verhalten gegen Wärme soll hier Einiges gesagt werden.

Da bei Einwirkung der Wärme auf chemische Verbindungen häufig Zersetzungen hervorgebracht werden, so ist es zweckmässig, bei der Besprechung der Flüchtigkeit der Substanzen

auch gleichzeitig die wichtigsten chemischen Reaktionen der Gase und Dämpfe einzuflechten.

Absolutes Gewicht.

Alle Körper sind schwer; ihrer Unterstützung beraubt *fallen sie*, durch die Schwerkraft getrieben, gegen den Mittelpunkt der Erde. Unterstützt, bleiben sie in Ruhe, aber die auf ihre Theilchen wirkende allgemeine Anziehungskraft äussert sich als ein *Druck auf die Unterlage.* Dieser Druck, den die ruhenden Körper auf ihre Unterlage ausüben, heisst *Gewicht* und zwar *absolutes Gewicht*, wenn bei Angabe desselben auf den Umfang (den Raum, das Volum, Maass) der Körper keine Rücksicht genommen wird.

Das absolute Gewicht der Körper wird auf der Waage durch die *Gewichte* bestimmt. *Gewichte* sind Massen von Messing, Neusilber, Silber, Platin, Eisen, Stein u. s. w., welche entweder *eine willkührlich angenommene Masseneinheit* (ein Gramm, einen Gran, einen Scrupel, eine Drachme, ein Quentchen, ein Loth, eine Unze, ein Pfund, einen Stein, ein Kilogramm, einen Centner u. s. w.) oder ein *Vielfaches derselben* enthalten; sie dienen, auf die eine Waagschale gelegt, zur Herstellung des Gleichgewichts, welches durch Auflegung des Körpers, dessen absolutes Gewicht bestimmt werden soll, auf der anderen Waagschale gestört worden ist. Die *zur Herstellung des Gleichgewichts der Waage nöthige Anzahl von Masseneinheiten heisst nun das absolute Gewicht des gewogenen Körpers.* Die absoluten Gewichte der Körper sind *benannte* Zahlen.

Bei physikalischen und chemischen Versuchen bedient man sich jetzt allgemein des *Grammgewichts* oder neufranzösischen Decimalgewichts zur Bestimmung des absoluten Gewichts der Körper. Diesem Gewichte ist eine unveränderliche Grösse, nämlich der Umfang eines grössten (durch beide Pole gehenden) Erdkreises, eines Erd-Meridians, zu Grunde gelegt. Man theilte einen Erd-Meridianquadranten, oder denjenigen Bogen eines Meridians, der vom Pol bis zum Aequator geht, in zehn Millionen Theile und nannte einen solchen Theil *Meter*.

Das *Meter* selbst wurde in Zehntel (Decimeter), Hundertel (Centimeter) und Tausendtheile (Millimeter) getheilt.

Das Gewicht eines Kubikcentimeters reinen Wassers von 4^0 C. (im Zustande seiner grössten Dichtigkeit), wurde als Gewichtseinheit angenommen und bekam den Namen *Gramm.* Dasselbe ist in Zehntel (Decigramm), Hundertel (Centigramm) und Tausendtheile (Milligramm) getheilt. Das Zehnfache desselben heisst *Decagramm*, das Hundertfache *Hectogramm*, das Tausendfache *Kilogramm*, das Zehntausendfache *Myriagramm.*

Verhältniss des Grammgewichts zu den übrigen Gewichten.

1 Kilogramm = 1000 Gramm = 1 Pfd. 25 Lth. $^1/_2$ Drachme in Oestreich.
1 — = — — = 2 — 4 — $1^2/_3$ Quentchen in Preussen.
1 — = — — = 1 — 25 — $^1/_2$ Quint in Bayern.
1 — = — — = 2 — 4 — 2 Quint in Würtemberg.
1 — = — — = 2 — im Königr. Sachsen, in Baden, Hessen - Darmstadt, Nassau und der Schweiz.
1 Gramm = 1000 Milligramm = 16,091022755 (oder nahezu 16,1) Gran Nürnberger Gew.

1 preussisches Medicinalpfd.	= 12 Unzen	= 350,78348	Gramm.
1 bayerisches —	= — —	= 360	—
1 hannövrisches —	= — —	= 357,56686	—
1 nürnberger —	= — —	= 357,66391	—
1 östreichisches —	= — —	= 420,009	—
1 holländisches —	= — —	= 374,96	—
1 englisches —	= — —	= 372,9986	— (Troygew.)
1 preuss. oder altkölnisches Handelspfd.	à 32 Loth	= 467,711	Gramm.
1 bayerisches Handelspfund	—— —	= 560	—
1 östreichisches —	—— —	= 560,012	—
1 englisches —	—— —	= 453	—
1 badisches, hessendarmstädtisches und schweizerisches Handelspfund	à 32 Loth	= 500	—
1 deutscher Zollcentner		= 50	Kilogramm.

Specifisches Gewicht.

Vergleicht man die absoluten Gewichte verschiedener Körper mit den Raum, welchen sie einnehmen, so erfährt man die *Dichtigkeit* derselben. Sie ist um so grösser, je mehr Masseneinheiten den gleichen Raum ausfüllen; sie steigt und fällt mit Vermehrung oder Verminderung der Massenquantität im gleichen Raume.

Specifisches Gewicht eines Körpers ist die Quantität seiner Masse in einer willkürlich angenommenen Raumeinheit (in einem bestimmten Volum oder Maass), verglichen mit der als Einheit angenommenen Massenquantität eines anderen Körpers von derselben Raumeinheit.

Beispiel:

Setzt man willkürlich als Raumeinheit das Kubikcentimeter nennt und die Quantität von Wasser, welche bei 4° C. diese Raumeinheit genau ausfüllt, *ein Gramm*, so ist die Quantität von Quecksilber, welche bei 0° C. denselben Raum ausfüllt = 13,55 Gramm. Beide absoluten Gewichte gleicher Räume, mit einander verglichen, geben das Verhältniss von 1 : 13,55 und diese *unbenannten* Verhältnisszahlen sind die specifischen Gewichte des Wassers und Quecksilbers; unter ihnen ist nur das des Wassers willkürlich gesetzt, das des Quecksilbers folgt nothwendig daraus. Das Quecksilber von 0° C. ist also 13,55mal dichter als Wasser von 4° C.

Setzte man willkürlich die Raummenge von atmosphärischer Luft (von 0° C. bei 28 par. Zoll Barometerstand), welche 1 Gr. derselben enthielte, als Raumeinheit, so würde die Quantität des Wassers von 4° C., welche diese Raumeinheit erfüllte, genau 770 Gramm betragen; die des Quecksilbers von 0° C. betrüge 13,55 . 770 = 10433,5 Gramm.

Die Gewichtsmengen gleicher Räume von atmosphär. Luft, Wasser und Quecksilber verhielten sich alsdann wie die Zahlen 1 : 770 : 10433,5 und diese unbenannten Verhältnisszahlen wären die specifischen Gewichte der Luft, des Wassers und Quecksilbers; unter ihnen wäre nur das der Luft willkürlich gesetzt, die anderen beiden folgte nothwendig aus demselben.

Man ist jedoch übereingekommen, bei Angabe der specifischen Gewichte *gas- oder dampfförmiger* einfacher oder zusammengesetzter Massen, das specifische Gewicht der atmosphärischen

Luft von 0° C. bei 28 par. Zoll (= 0,760 Meter) Barometerstand als 1 zu Grunde zu legen.

Bei Angabe der specifischen Gewichte tropfbarflüssiger und fester Körper dagegen hat man das des Wassers von 4° C. (des dichtesten Wassers) als 1 angenommen.

Die spec. Gewichte der Körper gelten nur für eine *bestimmte Temperatur* und für einen *bestimmten Druck*. Bei *erhöhter Temperatur* vermindern sie sich, desgleichen bei *verringertem Druck*, weil in beiden Fällen *dieselbe* Massenquantität einen *grösseren* Raum einnimmt, folglich die Massenquantität in dem früheren kleineren Raume eine geringere sein würde. Umgekehrt vergrössern sich die specifischen Gewichte der Körper bei *abnehmender Temperatur* und bei *erhöhtem Druck*, weil in beiden Fällen eine Raumverminderung eintritt, dieselbe Massenquantität einen kleineren Raum erfüllt, folglich der frühere grössere Raum auch eine grössere Massenquantität fassen würde.

Die spec. Gewichte der wichtigsten Elemente sind schon früher (siehe physikalische Eintheilung der Elemente) mitgetheilt worden; desgleichen die spec. Gewichte einiger Metalloxyde. Es mögen hier noch die spec. Gewichte einiger für den Landwirth wichtigen unorganischen Natur- und Kunstprodukte folgen:

Specifische Gewichte von Flüssigkeiten:

a) Wasser.

1,000000 = reines Wasser von 4° C. (im Zustande seiner grössten Dichtigkeit).

0,999520 = reines Wasser von 12° C.; nach *Despretz*.

0,958630 = reines tropfbarflüssiges Wasser von 100° C.; nach demselben.

(0,950 = Eis; nach *Dumas* und *Royer*.)

1,00116 = Wasser der Themse bei Greenwich; nach *Bennett*.

1,0275 = höchste Dichtigkeit des Meerwassers; nach *Jackson*.

b) Saure Flüssigkeiten.

1,2109 = Concentrirtestes Hydrat der Salzsäure (mit 42,43 Proc. Chlorwasserstoff); nach *H.* und *E. Davy*.

1,554 = Concentrirtestes Salpetersäurehydrat; nach *Kirwan*.

1,540 = Salpetersäurehydrat mit 88,82 Proc. Salpetersäure; nach *Mitscherlich*.

Spec. Gew.

1,848 = Englische Schwefelsäure = HO,SO^3; nach *H. Davy.*

1,85 = Phosphorsäurehydrat mit 50 Proc. Phosphorsäure; nach *Dalton.*

c) Alkalische Flüssigkeiten.

0,85 = Concentrirteste Ammoniakflüssigkeit (mit 35,3 Proc. Ammoniak); nach *Dalton.*

0,8750 = Ammoniakflüssigkeit (mit 32,3 Proc. Ammoniak); nach *H. Davy.*

0,8910 = Ammoniakflüssigkeit (mit 27,940 Proc. Ammoniak); nach *Ure.*

2,40 = Kalilauge (mit 39,9 Proc. Kali); nach *Dalton.*

1,50 = Natronlauge (mit 36,8 Proc. Natron); nach *Dalton.*

Specifische Gewichte fester Substanzen.

a) *Metalllegirungen, Metallgemische, nicht völlig reine Metalle.*

Eisen, Stahl u. s. w.

7,8439 = Eisen, durch Schmelzen mit Hammerschlag gereinigt, nach dem Erstarren; die Dichtigkeit nimmt beim Auswalzen zu Platten oder beim Ausziehen zu Draht eher zu als ab. *Broling.*

7,79 = reinstes weiches Stabeisen, nur eine Spur Kohle haltend. *Karsten.*

7,788 = gewöhnliches Stabeisen. *Brisson.*

7,795 = gewöhnlicher Stahl. *Elsner.*

7,6578 = gehärteter Gussstahl. Derselbe.

7,9288 = nicht gehärteter Gussstahl. Derselbe.

7,7647 = der noch einmal für sich umgeschmolzene, gehärtete Gussstahl. Derselbe.

8,0923 = der noch einmal für sich umgeschmolzene nicht gehärtete Gussstahl. Derselbe.

7,665 = Wooz; *Faraday* und *Stodart.*

7,5 = weisses Roheisen. *Karsten.*

7,1 = graues Roheisen. Derselbe.

Kupfer und seine Legirungen.

8,94 = natürlich krystallisirtes Kupfer. *Marchand* und *Scherer.*

8,914 = galvanoplastisch niedergeschlagenes Kupfer. Dieselben.

Spec. Gew.

8,921 = geschmolzenes reines Kupfer. *Marchand* u. *Scherer*.

8,939 — 8,949 = ungeglühter Kupferdraht. Dieselben.

8,930 = geglühter Kupferdraht. Dieselben.

8,951 = plattgeschlagener Kupferdraht. Dieselben.

8,952 = das durch Walzen erhaltene, hierauf geschmiedete Kupferblech. Dieselben.

8,591 = Tombak (85,4 Procent Kupfer, 14,6 Procent Zink). *Mallet*.

7,8—8,4 = Messing (das kupferreichste enthält 71,4 Procent Kupfer und 28,6 Proc. Zink). *L. Gmelin*.

8,728 = Kupferzinn, hartes Messing für Zapfenlager (79 Proc. Kupfer und 21 Proc. Zinn). *Mallet*.

8,750 — 8,416 = Glockengut (aus 76,3 — 51,8 Proc. Kupfer und 23,7—48,2 Proc. Zinn). Derselbe.

8,561 — 8,459 = Stückgut (aus 84,3—81,1 Procent Kupfer und 15,7—18,9 Proc. Zinn). Derselbe.

8,432 = Argentan, chines. Packfong, Neusilber (40,4 Procent Kupfer, 31,6 Proc. Nickel, 25,4 Proc. Zink und 2,6 Proc. Eisen). *Fyfe*.

Blei, Zinn, Zink.

11,3305 = reines Blei; nach *Kupffer's* Ermittlung.

11,352 = — — *Brisson und Herapath*.

11,358 = — — *Morveau;* gehämmertes Blei = 11,388. *Morveau*.

11,3888 = reines Blei. *Karsten*.

11,445 = — — *Berzelius*.

7,178 = — Zinn im krystallisirten Zustande. *Miller*.

7,293 = — krystallisirtes, dann umgeschmolzenes und wieder erstarrtes Zinn. Derselbe.

7,291 = reines Zinn, geschmolzen und wieder erstarrt. *Brisson*.

7,2911 = — — nach *Kupffer*.

7,2905 = — — — *Karsten*.

7,299 = — — — *Brisson*.

6,861 = käufliches Zink, nach dem Schmelzen erstarrt. *Brisson*.

6,9154 = gereinigtes Zink. *Karsten*.

7,1908 = käufliches gewalztes Zink.

Legirungen von Zinn und Blei.

Spec. Gew.											
7,9210	=	Legir. aus		77,3	Pc. Zinn u.			22,7	Pc. Blei;		nach Kupffer.
7,9942	=	—	—	75	—	—	—	25	—	—	— Bolley, im Schweizerischen Gewerbeblatt. 1843.
8,0279	=	—	—	74	Pc. Zinn u.			26	Pc. Blei;		nach Kupffer.
8,1094	=	—	—	71,4	—	—	—	28,6	—	—	— Bolley.
8,1730	=	—	—	69,4	—	—	—	30,6	—	—	— Kupffer.
8,2669	=	—	—	66,7	—	—	—	33,3	—	—	— Bolley.
8,3914	=	—	—	63	—	—	—	37	—	—	— Kupffer.
8,4973	=	—	—	60	—	—	—	40	—	—	— Bolley.
8,7454	=	—	—	53	—	—	—	47	—	—	— Kupffer.
8,777	=	—	—	53	—	—	—	47	—	—	— Regnault.
8,8640	=	—	—	50	—	—	—	50	—	—	— Bolley.
9,2653	=	—	—	40	—	—	—	60	—	—	— —
9,4263	=	—	—	36	—	—	—	64	—	—	— Kupffer.
9,387	=	—	—	36	—	—	—	64	—	—	— Regnault.
9,5535	=	—	—	33,3	—	—	—	66,7	—	—	— Bolley.
9,7701	=	—	—	28,6	—	—	—	71,4	—	—	— —
9,9387	=	—	—	25	—	—	—	75	—	—	— —
10,0734	=	—	—	22,2	—	—	—	77,8	—	—	— —
10,0782	=	—	—	22	—	—	—	78	—	—	— Kupffer.
10,1832	=	—	—	20	—	—	—	80	—	—	— Bolley.
10,3868	=	—	—	16	—	—	—	84	—	—	— Kupffer.
10,5551	=	—	—	12,4	—	—	—	87,6	—	—	— —

Gold, Silber und ihre Legirungen.

19,2 = geschmolzenes reines Gold; 19,3 — 19,4 = gehämmertes Gold.

19,100 = fast reines gediegenes Gold (98,96 Proc. Gold, 0,16 Proc. Silber, 0,35 Proc. Kupfer, 0,05 Proc. Eisen). *G. Rose.*

18,791 = *silberhaltiges Gold* (95,33 Proc. Gold, 4,34 Proc. Silber und 0,33 Proc. Kupfer und Eisen). *Awdejew.*

18,44 = silberhaltig. Gold (94,41 Proc. Gold, 5,23 Proc. Silber, 0,36 Kupfer und Eisen). *G. Rose.*

18,399 = silberhaltig. Gold (92,71 Proc. Gold, 6,51 Proc. Silber, 0,78 Proc. Kupfer und Eisen). *Awdejew.*

Spec. Gew.		
17,965	=	silberhaltig. Gold (91,36 Proc. Gold, 8,35 Proc. Silber, 0,29 Proc. Kupfer und Eisen). *G. Rose.*
17,745	=	silberhaltig. Gold (90,76 Proc. Gold, 9,02 Proc. Silber, 0,22 Proc. Kupfer und Eisen). Derselbe.
17,725	=	silberhaltig. Gold (89,35 Proc. Gold, und10,65 Proc. Silber). Derselbe.
17,542	=	silberhaltig. Gold (87,40 Proc. Gold, 12,07 Proc. Silber, 0,09 Proc. Kupfer). Derselbe.
16,964	=	silberhaltig. Gold (86,1 Proc. Gold, 13,9 Proc. Silber), Derselbe.
17,061	=	silberhaltig. Gold (83,85 Proc. Gold, 16,15 Pr. Silber). Derselbe.
16,03	=	silberhaltig. Gold (79,00 Proc. Gold, 20,34 Proc. Silber, 0,66 Kupfer und Eisen). *Awdejew.*
15,627	=	silberhaltig. Gold (70,86 Proc. Gold, 28,30 Proc. Silber, 0,84 Kupfer und Eisen). Derselbe.
14,556	=	silberhaltig. Gold (60,98 Proc. Gold, 38,38 Proc. Silber. 0,33 Kupfer und Eisen), *G. Rose* *).
17,157	=	*kupferhaltiges Gold* (22 The. Gold auf 1 Thl. Kupfer). *L. Gmelin.*
17,344	=	kupfer- und silberhaltiges Gold (22 Theile Gold, 1 Theil Silber und 1 Theil Kupfer). Derselbe.
10,4282	=	geschmolzenes Silber. *Karsten.*
10,474	=	— — *Brisson.*
10,481	=	— — *Fahrenheit.*
10,510	=	geschmiedetes Silber. *Brisson.*
10,500	=	= — *Muschenbröck.*

Bemerkung. Das spec. Gew. einer Legirung ist selten das Mittel der spec. Gewichte der darin vorhandenen Metalle; es ist entweder geringer oder höher, weil je nach der Natur der zusammengeschmolzenen Metalle bald ungleichmässige Ausdehnung, bald ungleichmässige Zusammenziehung statt findet.

b) *Steinkohlen.*

Das mittlere spec. Gew. englischer Steinkohlen beträgt nach *Plaifayr* und *de la Beche* 1,29. Unter 63 verschiedenen Kohlensorten zeigten die dichtesten ein spec. Gewicht von 1,390, die leichtesten nur 1,20.

*) Die spec. Gewichte des silberhaltigen Goldes sind an *natürlich vorkommenden Proben*, die vorher *geschmolzen* worden waren, ermittelt.

c) *Erden, Gesteine, Steinzeug, Glas u. s. w.*

Kalk, Talkerde und ihre erdigen Verbindungen mit Kohlensäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure u. s. w.

Kalk, kohlensaurer Kalk.

Spec.Gew.

3,08 = Kalk, CaO; bei 4^0 C. im luftleeren Raume. *Leroyer* und *Dumas.*

3,1605 = Kalk, nach *Karsten*; 3,179, nach *Boullay*; 3,2 nach *Richter.*

2,717 = isländischer Doppelspath im luftleeren Raume; nach *Leroyer* und *Dumas.*

2,721 = isländischer Doppelspath, nach *Mohs*; = 2,75 nach *Naumann.*

2,6987 = spitzigste Rhomboëder des Kalkspaths; nach *Karsten.*

2,700 = mittlere — — — — —

2,7064 = stumpfste — — — — —

2,931 = Arragonit, nach *Mohs*; = 2,995, nach *Breithaupt.*

2,55—2,72 = Kalksteine aus der Muschelkalkformation von Jena, nach *E. Schmid.*

2,456—2,720 = Kalkstein; *Gehlers* phys. Wörterb. S. 1555.

2,252—2,675 = Kreide, ebendaselbst; 2,530 = Schaumkalk.

2,717 = Marmor, carrarischer; ebendaselbst.

2,736 = — campanischer; —

2,838 = — parischer; —

2,40—2,600 = Mergel; ebendaselbst.

2,000 = Mauerstein. —

Schwefelsaurer und phosphorsaurer Kalk, Fluorcalcium.

2,96 = Anhydrit (CaO,SO^3) bei 4^0 C. im Vacuum; nach *Leroyer* und *Dumas.*

2,9271 = künstlicher wasserfreier schwefelsaurer Kalk; nach *Karsten.*

2,757 = halbgewässerter schwefelsaurer Kalk = $2(CaO,SO^3) + HO$; nach *Johnston.*

2,322 = Gyps oder zweifach gewässerter schwefelsaurer Kalk, bei 0^0 C. im Vacuum; nach *Leroyer* und *Dumas.*

2,700 = Alabaster; *Gehlers* phys. Wörterbuch S. 1553.

1,875—2,964 = Gyps; ebendaselbst.

3,1—3,2 = Flussspath; —

Spec. Gew.

3,180 = Knochenasche, phosphors. Kalk, *Gehlers* physikal. Wörterbuch; Apatit = 3,128—3,218.

Talkerde und Talkerdeverbindungen.

3,20 = Reine Talkerde; nach *Karsten.*

2,336 = Talkerdehydrat; nach *Brewster.*

3,056 = Magnesit; nach *Mohs.*

2,884 = Bitterspath; nach *Mohs.*

2,926 = — *Gehlers* phys. Wörterbuch.

2,878 = Bitterkalk oder Dolomit; ebendaselbst.

Baryt.

4,446 = Schwerspath, natürlicher; nach *Mohs.*

Kieselerde, Thonerde und ihre Verbindungen.

Kieselerde und Kieselerdehydrat.

2,652 = Bergkrystall bei 4° C. im luftleeren Raume; nach *Leroyer* und *Dumas.*

2,5—2,8 = Quarz; *Naumanns* Elem. d. Mineralogie.

1,9—2,3 = Opal, ebendaselbst.

2,09 = Opal; *L. Gmelins* Handb. d. Chem.

1,70—2,114 = Opal; *Gehlers* phys. Wörterbuch.

0,405—0,797 = Schwimmstein (Kieselpanzer von Infusorien); ebendaselbst.

1,0—2,200 = Tripel (Kieselpanzer von Infusorien); ebendaselbst.

2,685—2,880 = Bergkrystall; ebend.

2,652 = Quarz; ebend.

2,358—2,764 = Jaspis; ebend.

2,207—2,691 = Chalcedon; ebend.

2,594—2,700 = Feuerstein; ebend.

2,638—2,817 = Onyx; ebend.

2,620 = Carneol; ebend. Carneol v. Jena = 2,603; *Ludwig.*

2,590 = Achat; ebend.

2,2—2,500 = Sandstein. ebend.

Thonerde, kieselsaure Thonerde, kieselsaure Talkerde, Porzellan, Glas u. s. w.

3,531 = Rubin; nach *Brisson.*

3,562 = Saphir; nach *Muschenbröck.*

3,944 = Korund, nach *Mohs;* 4,009, nach *Breithaupt.*

Spec. Gew.

4,152 = künstlich dargestellte heftig geglühte Thonerde (Alaunerde), bei 4° C. im Vacuum; *Leroyer* und *Dumas.*

3,130 = brasilianischer Saphir; *Gehlers* phys. Wörterb.

4,29—4,830 = orientalischer Saphir; ebend.

3,990 = orientalischer Rubin; ebend.

3,90—3,970 = Korund; ebend.

3,43 = Diaspor (Al^2O^3 HO); *Berzelius;* 3,3—3,4; *Naum.*

2,2 = Kaolin; *Naumann's* Mineralogie.

2,210 = — *Gehlers* phys. Wörterb.

2,47 = — (Porzellanthon) bei 100° C. getrocknet. *Laurent.*

2,53 = Kaolin bei 150° C. getrocknet; Derselbe.

2,60 = — — 300° C. — —

2,70 = — nach Dunkelrothglühen; —

2,64 = — — starkem Rothglühen; —

2,50 = — — schwachem Weissglühen; —

2,48 = — — heftigem Weissglühen; —

2,146 = Porzellan von Sèvres; *Gehlers* physik. Wörterbuch.

2,293 = — — Berlin; — — —

2,385 = — — China; — — —

2,075—2,386 = Porzellan von Wien; ebend.

2,493 = Porzellan von Meissen; ebend.

2,314 = chinesisches Porzellan; *Couper.*

2,419 = berliner Porzellan; *Higginbotham.*

1,80—2,630 = Thon; *Gehlers* phys. Wörterb.

2,67—2,880 = Thonschiefer; ebend.

2,6 = Pfeifenstein; *Naumann.*

2,8—2,9 = Bildstein, Agalmatholith; Derselbe.

2,5—2,6 = Steinmark; Derselbe.

2,40—2,600 = Mergel (siehe auch bei den Kalkverbindungen).

2,672 = Schiefer; *Gehlers* phys. Wörterb.

1,5—2,000 = Walkerde; ebend.; Bolus = 1,90—2,050, Gelberde = 2,240.

1,27—1,600 = Meerschaum; ebend.

0,8—1,0 = Meerschaum, nach eingesaugtem Wasser bis gegen 2,000; *Naumann.*

2,519 = lufttrockener schiefergrauer Letten von Greussen (siehe dessen Analyse später).

Spec. Gew.

2,732 = Bouteille-Glas; *L. Gmelins* Handb d. Chem.
2,488—2,506 = französisches Spiegelglas; ebend.
2,396 = Böhmisches Glas; ebend.
2,487 = engl. Kronglas; ebend.
2,9—3,255 = Krystallglas; ebend.
3,3—3,6 = Guinandsches Flintglas; ebend.
3,77 = Frauenhofer'sches Flintglas; ebend.
3,341 = Körner's Flintglas; *Gehlers* phys. Wörterb.
2,642 = Grünes Glas; ebend.
2,450 = engl. Spiegelglas; ebend.
2,242—2,319—2,408 = Spiegelgl.; *Mayer* und *Brazier*.
3,50—3,600 = Strass (Glas für künstliche Edelsteine); *Gehlers* phys. Wörterb.

Kieselsaurer Kalk, kiesels. Talkerde, kiesels. Eisenoxydul.

2,7—2,9 = Wollastonit oder Tafelspath; *Naumann's* Mineralog.
3,3—3,5 = Chrysolith und Olivin; ebend.
2,56—2,75 = Talk; ebend.
2,9 —3,4 = *Amphibol* (Hornblende, Tremolit); ebend.
2,93 = Tremolit (Grammatit); *L. Gmelins* Handb. d. Chem.
3,03 = Strahlstein; ebend.
3,12 = Anthophyltit; ebend.
3,0—3,4 = gemeine Hornblende; ebend.
3,2—3,5 = *Pyroxen* (Augit, Salit, Diopsid u. a.); *Naumanns* Mineralogie.
2,5—2,6 = dichter Serpentin; *L. Gmelins* Handb. d. Chemie.

Wasserfreie Thon-Alkalisilicate.

2,4 —2,5 = Leucit; *Naumann's* Mineralogie.
2,58—2,64 = Nephelin (Eläolith); ebend.
2,42—2,43 = Petalit; ebend.
2,57—2,58 = Rhyakolith, Eisspath; ebend.
2,53—2,58 = Orthoklas (Feldspath); ebend.
2,56—2,60 = Sanidin (glasiger Feldspath); ebend.
2,6 —2,67 = Albit (Tetartin); ebend.
2,54—2,57 = Periklin; ebend.
2,64—2,68 = Oligoklas; ebend.
2,7328 = Andesin; ebend.
2,68—2,74 = Labrador; ebend.
2,70—2,76 = Anorthit; ebend.

Spec. Gew.

2,1 —2,3 = Pechstein; *Naumann's* Mineralogie.
2,41—2,57 = Obsidian; ebend.
2,8 —3,1 = Kaliglimmer (optisch zweiaxig. Glimmer); ebendaselbst.
2,85—2,9 = Talkerdeglimmer (optisch einaxiger Glimmer); ebend.
2,78—2,95 = Chlorit (Ripidolith v. *G. Rose*); ebend.
2,6 —2,7 = Ripidolith v. Kobell; ebend.

Wasserhaltige Thon-Alkalisilicate.

2,4 —2,43 = Harmotom (Kreutzstein); *Naumann's* Mineralog.
2,17—2,26 = Natrolith (Natromesotyp, Spreustein); ebend.
2,1 —2,24 = Analcim; ebend.
2,0 —2,1 = Gmelinit (Natronchabasit); ebend.

Wasserfreie Erdalkali-Thonsilicate und Eisen-Mangan-Thonsilicate.

3,2 —3,5 = Epidot (Pistazit, Zoisit); *Naumann's* Mineralog.
3,35—3,45 = Vesuvian (Idokras, Egeran); ebend.
3,5 —4,3 = Granat; ebend.
3,69—3,78 = Pyrop; ebend.

Wasserhaltige Thon-Eisen-Kalk-Talksilicate.

2,2 —2,3 = Skolezit (Kalkmesotyp); *Naumann's* Mineralog.
2,1 —2,2 = Desmin (Stilbit, Strahlzeolith); ebend.
2,1 —2,2 = Stilbit nach *Hauy* (Heulandit, Blätterzeolith); ebend.

Plutonische Gesteine, Felsarten.

2,538—2,956 = gemeiner Granit; *Gehlers* phys. Wörterb.
2,654 = ägyptischer Granit; ebend.
2,69 —2,71 = Sienit mit Orthoklas, weissem Andesin, Hornblende und Quarz vom Ballon de Giromagny und Servance; nach *Delesse.*
2,64 —2,68 = Sienit mit Orthoklas, rothem Andesin, Hornblende und Quarz von der Höhe du Them und Coravillers in den Vogesen; Derselbe.
2,803 = Grundmasse des schwarzen Porphyr v. Belfahy in den Vogesen; Derselbe.
2,778—2,771 = Grundmasse des dunkelgrünen Porphyr von Belfahy in den Vogesen; Derselbe.
2,767 = Grundmasse des hellgrünen Porphyr von St. Barbe in den Vogesen; Derselbe.

Spec. Gew.

2,906 = Spilit der Vogesen; nach *Delesse.*

2,923 = Antiker grüner Porphyr (Grundmasse); nach *G. Rose.* 2,915, nach *Delesse.*

2,75 = schwärzester Melaphyr aus dem Fassathal in Tyrol; nach *L. v. Buch.*

2,771 = Grundmasse des Melaphyrs von Tyffholms Udden in Norwegen; nach *Delesse.*

3,100 = Augitporphyr vom Ural; *G. Rose.*

3,030 = — von Cavilliesky; Derselbe.

2,993 = — — Mastoweja; —

2,878 = — v. Flusse Tscharysch —

2,833—2,857 = Porphyr von Ternuay in den Vogesen (aus Labrador u. Augit gemengt); *Delesse.*

2,885 = Porphyr von Melisey in den Vogesen; *Delesse.*

2,743 = Uebergangsschiefer von Ternuay, in den Vogesen; Derselbe.

2,752, 2,764—2,852 = Uebergangsschiefer von Ternuay, durch den Porphyr verändert; Derselbe.

2,722—2,864 = Basalt; *Gehlers* phys. Wörterb.

0,914—1,647 = Bimstein; ebend.

2,795—2,823 = Lava; ebend.

2,622—2,893 = Wacke; ebend.

d) *Im Wasser unlösliche Erzmetalloxyde, ihre Hydrate und kohlensaure Salze.*

Eisenoxyd.

5,19—5,23 = Eisenglanz; *Naumanns* Mineralogie.

4,5 —4,9 = Rotheisenerz; ebend.

4,9 —5,2 = Magneteisenerz, ebend.

Eisenoxydhydrate.

3,8 —4,2 = Nadeleisenerz (Göthit); ebend.

3,7 —3,8 = Lepidokrokit; ebend.

3,6 —3,8 = Stilpnosiderit (Eisenpecherz); ebend.

3,3 —3,5 = Raseneisenerz (Quellerz); ebend.

3,4 —3,95 = Brauneisenerz (Brauneisenstein); ebend.

Kohlens. Eisenoxydul.

3,7 —3,9 = Eisenspath (Spatheisenstein, Sphärosiderit).

Manganoxyde.

Spec. Gew.		
4,89—5,07	=	Crednerit; *Naumann's* Mineralogie.
4,7 —4,8	=	Hausmannit; ebend.
4,8 —4,9	=	Braunit; ebend.
4,7 —5	=	Pyrolusit; ebend.
4,83—4,88	=	Polianit; ebend.

Manganoxydhydrate.

2,3 —3,7	=	Wad; *Naumann's* Mineralogie.
4,3 —4,4	=	Manganit oder Graubraunsteinerz; ebend.
4,1 —4,2	=	Psilomelan, Hartmanganerz; ebend.

Kohlens. Manganoxydul.

3,3 —3,6	=	Manganspath.

Bleioxyde.

9,2092	=	gelbes Bleioxyd oder Bleiglätte (Silberglätte, Goldglätte). *Karsten.*
9,277	=	dasselbe; *Herapath.*
9,50	=	geschmolzenes gelbes Bleioxyd; *P. Boullay.*
8,62	=	Mennige; *Karsten.* = 8,94; *Muschenbröck.* = 9,082; *Herapath.*

Kohlensaures Bleioxyd.

6,465	=	Bleispath oder Weissbleierz; *Mohs.*
6,428	=	künstliches einfach kohlens. Bleioxyd; *Karsten.*

e) *Im Wasser unlösliche Schwefelmetalle.*

4,4 —4,7	=	Magnetkies; *Naumann's* Mineralogie.
4,65—4,88	=	Markasit (Strahlkies, Wasserkies); ebend.
4,9 —5,1	=	Pyrit (Schwefelkies); ebend.
7,4 —7,6	=	Bleiglanz; ebend.
4,9 —5,1	=	Buntkupferkies (Buntkupfererz); ebend.
8,0 —8,1	=	natürlicher Zinnober; *Karsten.*
8,0602	=	künstlicher sublimirter Zinnober; Derselbe.
8,124	=	— — — *Boullay.*
4,6 —4,7	=	Antimonglanz (Grauspiessglanzerz); *Naumann's* Mineralogie.
3,9 —4,2	=	Zinkblende; ebend.
3,4 —3,6	=	Realgar oder rothe Arsenblende; ebend.
3,4 —3,5	=	Auripigment, gelbe Arsenblende; ebend.

f) *Im Wasser leicht lösliche Chloride, Salze und Doppelsalze.*

Spec. Gew.

2,03; 2,078; 2,15 = Kochsalz; *Unger*, *Karsten* u. *Kopp*.

1,450; 1,50; 1,528 = Salmiak; *Wattson*, *Kopp* und *Mohs*.

1,933; 2,058; 2,1006 = Kalisalpeter; *Wattson*, *Kopp* u. *Karsten*.

2,188; 2,20; 2,2256 = Natronsalpeter; *Marx*, *Kopp* u. —

2,2643 = kohlens. Kali, reine Pottasche; *Karsten*.

2,4659 = wasserfreies kohlens. Natron; —

1,423 = krystallisirtes 10fach gewässertes kohlensaures Natron (kryst. Soda); *Haidinger*.

2,73; 2,645; 2,6313 = wasserfreies schwefels. Natron; *Cordier*, *Thomson* u. *Karsten*.

1,35 = Glaubersalz (10fach gewässertes einfach schwefelsaures Natron); *Thomson*.

1,74; 1,757 = Borax (10fach gewässertes 2fach bors. Natron); *Kirwan*, *Payen* u. *Wattson*.

2,6066 = wasserfreie schwefels. Talkerde; *Karsten*.

1,751; 1,674 = Bittersalz (7fach gewässerte schwefels. Talkerde); *Mohs* u. *Kopp*.

1,724 = Krystallisirter Kalialaun; —

1,6 = — Natronalaun; *Ure*.

1,626 = — Ammoniakalaun; *Kopp*.

2,036 = — Zinkvitriol (7fach gewässertes schwefels. Zinkoxyd); *Mohs*.

1,8—1,9 = krystallisirter Eisenvitriol (7fach gewässertes schwefelsaures Eisenoxydul); *Naumann*.

2,274 = krystallisirter Kupfervitriol (5fach gewässertes schwefels. Kupferoxyd); *Kopp*.

5,4032; 5,420 = Quecksilbersublimat (1fach Chlorquecksilber); *Karsten* u. *Boullay*.

4,3554 = Silbersalpeter (Höllenstein, salpetersaures Silberoxyd); *Karsten*.

Bestimmung des specifischen Gewichts tropfbarer Flüssigkeiten.

Ein trocknes Glas mit gutschliessendem Glasstöpsel, welches etwa 500 Gran oder 30—40 Gramm Wasser fasst, füllt man völlig mit Wasser von gewöhnlicher Temperat. (15—20° C.), setzt sodann den Glasstöpsel in der Weise auf, dass keine Luft

eindringen kann und trocknet das Glas sorgfältig ab. Dabei drückt man den Stöpsel fest auf, damit er durch die Erschütterung beim Abtrocknen sich nicht heraushebe und der Luft den Eintritt verstatte. Man bestimmt nun das absolute Gewicht des mit Wasser gefüllten Glases, leert das Wasser aus und entfernt den Rest des an der Innenwand des Glases hängenden Wassers durch vorsichtiges Erwärmen und Aussaugung der feuchten Luft mittelst eines Glasröhrchens. Nach dem Erkalten bestimmt man das Gewicht des leeren Glases; durch Abzug dieses Gewichts von dem Gewicht des mit Wasser gefüllten Glases erfährt man die Menge des Wassers. Auf gleiche Weise bestimmt man die Gewichtsmenge eines gleichen Raumtheils der Flüssigkeit, deren spec. Gewicht ermittelt werden soll. Setzt man nun

a = dem gefundenen Gewicht des Wassers,
a' = dem gefundenen Gewichte der zur Untersuchung gegebenen Flüssigkeit,
1 = dem spec. Gewicht des Wassers von der gegebenen Temperatur; endlich
s = dem gesuchten spec. Gewicht der Flüssigkeit; so ist

$$s = \frac{1\,a'}{a} = \frac{a'}{a}$$

Erstes Beispiel:

Bestimmung des specifischen Gewichts des durch Destillation über gebrannten Kalk entwässerten Alcohols ($C^4H^6O^2$).

a) Die Temperatur des Zimmers, des angewandten Wassers und Alcohols war 21⁰ C.

b) Das leere Glas sammt Glasstöpsel wog 67,120 Gramm.

c) Mit Alcohol von der 2ten und 3ten Fraction gefüllt, wog dasselbe bei 4 aufeinanderfolgenden Wägungen

94,523 Gramme	
94,536 —	oder im Mittel $\frac{378,124}{4}$ = 94,531 Gramme.
94,540 —	
94,525 —	davon abgez. das Glas = 67,120 —
378,124 Gramme	bleibt als G. d. Alcohols = 27,411 Gr. = a^1

d) Das Glas mit Wasser gefüllt, wog bei 3 Versuchen, die rasch auf einander folgten

101,788 Gramme	oder im Mittel	305,366	
101,790 —		3	= 101,7887 Gramme
101,788 —	davon das Glas abgez.	67,1200	—
305,366 —	bleibt als Gew. d. Wassers	34,6687 Gr.	= a

e) Das spec. Gewicht des absoluten Alcohols von 21° C. ist, wenn Wasser von derselben Temperatur = 1 gesetzt wird =

$$s = \frac{a'}{a} = \frac{27,411}{34,6687} = 0,79066.$$

f) Correction dieses spec. Gew. auf die Temper. von 15° C.

I. 10000000 Maass Wasser von 4° C., dehnen sich auf 15° C. erwärmt aus, und bilden

10008751 Maass Wasser von 15° C.; bis auf 21° C. erwärmt dehnen sie sich abermals aus auf

10020000 Maass Wasser von 21° C. *(Despretz)*.

Der Raum des Glases, welcher bei 21° C. nur 34,6687 Grm. Wasser fasste, würde bei 15° C. 34,709 Grm. Wasser enthalten haben; denn 10008751 : 10020000 = 34,6687 : x und x = 34,709.

II. 938,6 Maass absoluter Alcohol von 23°,4 C. nehmen bei 13°,4 C. einen Raum von

929,3 Maass ein *(Gay-Lussac)*; für eine Temperturabnahme von 10° C. (23°,4 — 13°4) ziehen sich also 938,6 Maass um 9,3 Maass (938,6—929,3) zusammen; dies beträgt für eine Temperaturabnahme von 2°,4 C. (23°,4 – 21°),

2,232 Maass (10 : 9,3 = 2,4 : x). Es sind

938,6 Maass Alcohol von 23°,4 C. = 936,368 Maass (938,6—2,232) Alcohol von 21° C.

Ferner sind 938,6 Maass Alcohol von 23°, 4 C. = 930,788 Maass Alcohol von 15° C. (denn 10° : 9,3 Maass = 8°,4 : x und x = 7,812 Maass; aber 938,6—7,812 = 930,788); folglich sind

938,6	Maass	Alcohol	von 23°,4 C.	=
936,368	—	—	— 21° C.	=
930,788	—	—	— 15° C.	=
929,3	—	—	— 13°,4 C.	=

Der Raum des Glases, welcher bei 21° C. nur 27,411 Grm. Alcohol fasst, würde bei 15° C. 27,576 Gramm Alcohol enthalten; denn

$930{,}788 : 936{,}368 = 27{,}411 : x$ und $x = \frac{27{,}411 \,.\, 936{,}368}{930{,}788}$
$= 27{,}576.$

III. Das corrigirte specifische Gewicht des Alcohols ist also $= 0{,}7945$; denn $\frac{a'}{a} = \frac{27{,}576}{34{,}709} = 0{,}7945.$

Gay-Lussac fand das spec. Gew. des Alcohols von 15⁰ C. (verglichen mit dem des Wassers von 15^0 C. = 1) zu 0,7947; also in der 4. Decimalstelle nur um 2 mit dem eben ermittelten verschieden.

Für gewöhnlich ist eine solche Correktion der spec. Gew. nicht nöthig, sobald sich die bei der Bestimmung herrschende Temperatur nicht weit von 15^0 C. entfernt.

Zweites Beispiel:

Spec. Gewicht der Ammoniakflüssigkeit.

a) Zimmertemperatur, die Temperatur des Wassers und der Ammoniakflüssigkeit = 8^0 C.
b) Das leere trockne Glas = 39,200 Gramm.
c) Das mit Wasser gefüllte Glas = 65,070; folglich das Wasser = 65,070—39,200 = 25,870 Gramm = a.
d) Das mit Ammoniakflüssigkeit gefüllte Glas = 64,020 Grm.; folglich die Ammoniakflüssigkeit = 64,020 — 39,200 = 24,820 Gramm = a'.
e) Das spec. Gew. der Ammoniakflüssigkeit bei 8^0 C. ist also = 0,9594;

$$\text{denn } \frac{a'}{a} = \frac{24{,}820}{25{,}870} = 0{,}9594.$$

Eine Ammoniakflüssigkeit von diesem spec. Gewicht enthält nach *H. Davy* 10,2 Gew. Procent reines Ammoniak und 89,8 Gew. Procent Wasser.

Bestimmung des specifischen Gewichts fester, im Wasser unlöslicher Körper, welche dichter sind als Wasser.

Ein Glas mit gut eingeriebenem Glasstöpsel, welches etwa 1 Unze oder nahezu 30 Gramm Wasser fasst, wird bei einer Temperatur zwischen 15^0 C. und 20^0 C. mit Wasser gefüllt, dann mit dem Stöpsel unter Verhütung des Eindringens der Luft verschlossen, sorgfältig abgetrocknet und gewogen.

Dann wägt man 1 — 5 Gramme der Substanz in der Luft, bringt sie in das mit Wasser gefüllte Glas, oder wenn sie pulverig ist, giesst man einen Theil des Wassers aus, bringt sodann das Pulver in das Glas, und giesst, ohne umzurütteln, das Glas voll Wasser. Die aufsteigenden Luftbläschen sucht man durch Aufstossen des Glases aus der Flüssigkeit zu entfernen und erwärmt nöthigen Falls das Glas sammt Inhalt durch Einstellen in heisses Wasser, um den letzten Rest der anhängenden Luft auszutreiben. Nach dem Erkalten füllt man das Glas wieder mit Wasser, setzt den Stöpsel vorsichtig auf, verhütet dabei das Eindringen der Luft, trocknet ab und wägt.

Setzt man nun

g = dem Gewichte des festen Körpers in der Luft,
V = dem Gewichte des leeren Glases,
A = dem Gewichte des Wassers, welches genau das geschlossene Glas erfüllt,
a = dem Gewichte des Wassers, welches neben dem festen Körper im gefüllten geschlossenen Glase vorhanden ist; so ist

$(V + A + g) - (V + a + g) = A - a =$ dem Gewichte des Wassers, welches durch ein dem seinigen gleiches Volum des festen Körpers (von dem Gewichte g) verdrängt wurde.

Nennt man das Gewicht des verdrängten Wassers g', so ist das specifische Gewicht s des festen Körpers

$$s = \frac{g}{g^1} \text{ (denn } g^1 : g = 1 : s).$$

Beispiel:

Bestimmung des specifischen Gewichts eines geschlämmten lufttrocknen schiefergrauen Lettens aus der Gegend von Greussen bei Erfurt.

a) Das mit Wasser gefüllte Glas (V + A) wog 123,765 Grm.

b) Der lufttrockne Letten wog 3,300 Gramm (g).

c) Das mit Wasser und 3,300 Gramm Letten erfüllte Glas (V + g + a) wog 125,755 Gramme.

d) Das durch 3,300 Gramm Letten verdrängte Wasser $g^1 = (A - a) = (V + A + g) - (V + g + a) = (123,765 + 3,300) - 125,755 = 127,065 - 125,755 = 1,310$ Gramm.

e) Das spec. Gew. des abgeschl. lufttrocknen Lettens ist also =

$s = \frac{g}{g'} = \frac{3,300}{1,410} = 2,5191$ oder nahezu 2,52 (siehe später die Analyse dieses Lettens).

Bestimmung des spec. Gewichts fester, im Wasser löslicher Körper, welche dichter sind als Wasser.

Bei Körpern, welche im Wasser löslich sind, wählt man eine Flüssigkeit zum Füllen des Probeglases, in welcher diese Körper unlöslich sind, z. B. Weingeist, Terpentinöl, Steinöl u. s. w. Man ermittelt zuerst das specifische Gewicht der anstatt des Wassers angewandten Flüssigkeit auf die früher angegebene Weise; sodann bestimmt man die Menge von Flüssigkeit, welche durch den Körper verdrängt wird, wie ebenfalls schon angegeben wurde. Bei der Division dieser verdrängten Menge von Flüssigkeit durch ihr specifisches Gewicht erfährt man sodann das Gewicht eines gleichgrossen Raumtheils Wasser. Dividirt man mit diesem letzteren Gewicht in das Gewicht des festen Körpers, so erhält man sein specifisches Gewicht.

Setzt man

I. g = dem Gewicht des festen Körpers in der Luft,
V = dem Gewicht des leeren zugestopften Glases,
A^1 = dem Gewicht des Weingeists, Terpentinöls oder Steinöls, welche das geschlossene Glas füllen,
a^1 = dem Gewichte des Weingeists, Terpentinöls od. Steinöls, welche neben dem festen Körper (von g Gew.) das geschlossene Glas füllen; so ist
$(V + A^1 + g) - (V + a^1 + g) = A^1 - a^1$ = dem Gewichte des Weingeists, Terpentinöls oder Steinöls, welches durch ein *gleiches* Volum des festen Körpers verdrängt wurde. Wir wollen $A^1 - a^1 = g''$ setzen.

Nun ist

II. das *specifische Gewicht* des Weingeists, Terpentinöls, oder Steinöls oder s^1, die Gewichtsmenge dieser Substanzen, welche denselben Raum erfüllt als 1 Gewichtstheil Wasser. Man erfährt sonach die Gewichtsmenge g^1 des Wassers, welche denselben Raum erfüllen würde als g'' Gewichtstheile Weingeist, Terpentinöl oder Steinöl, durch die Proportion

$s^1 : 1 = g'' : g^1$; es ist $g^1 = \frac{g''}{s^1}$ (weil 1 oder das spec. Gew. des Wassers nicht multiplicirt).

III. Das specifische Gewicht des festen Körpers ist nun

$s = \frac{g}{g^1} = \frac{g \cdot s^1}{g''} = \frac{g\ s^1}{A^1 - a^1}$ oder mit Worten:

Man erfährt das spec. Gewicht eines im Wasser löslichen festen Körpers, indem man sein absolutes Gewicht mit dem specifischen Gewichte irgend einer Flüssigkeit, worin er unlöslich ist, multiplicirt und das Produkt durch das absolute Gewicht eines gleichgrossen Raumtheils dieser Flüssigkeit dividirt.

Erstes Beispiel:

Bestimmung des spec. Gewichts einer Buchenholzasche, von Bäumen herrührend, die auf Basaltboden in der Nähe von Kaltennordheim (Grossherzogth. Sachsen-Weimar-Eisenach) gewachsen waren.

A. *Spec. Gewicht des Weingeistes bei 22° C.* = 0,835 = s^1.

Denn: Glas mit Weingeist gefüllt	= 96,073	Gramm.
Das leere Glas	= 67,120	—
Gewicht des Weingeistes	= 28,953	—
Das Glas mit Wasser gefüllt	= 101,789	Gramm.
Das leere Glas	= 67,120	—
Gewicht des Wassers	= 34,669	—

folglich $s^1 = \frac{28,953}{34,669} = 0,83512 = 0,835.$

B. *Spec. Gewicht der Asche* = 2,433 = *s*; denn

I. Gewicht der frischen Asche = 3,041 Gramm = g,
Glas mit Weingeist = 96,073 — = $(V + A^1)$;
Glas mit Asche und Weingeist = 98,070 — = $(V + a^1 + g)$;
folglich beträgt der verdrängte Weingeist
$(V + A^1 + g) - (V + a^1 + g) = A^1 - a^1 = g'' =$
$(96,073 + 3,041) - 98,070 = 99,114 - 98,070 =$
1,044 Gramm Weingeist von 0,835 spec. Gewicht.

II. Statt der verdrängten 1,044 Gramm Weingeist würden

$g^1 = \frac{g''}{s^1} = \frac{1,044}{0,835} = 1,2501$ Gramm Wasser verdrängt worden sein.

III. Das spec. Gewicht der Asche ist sonach

$$\frac{g}{g^1} = \frac{3,041}{1,2501} = 2,4326 = 2,433.$$

Der Weingeist hatte aus der Asche nur 0,005 Gramm Aetzkali und Chlorkalium ausgezogen.

Zweites Beispiel:

Spec. Gewicht der Asche von Kaltennordheimer Braunkohle $= 2,8363$; nämlich

a) 4,777 Gramm frischgeglühte Braunkohlenasche $= g$,

b) 96,040 Gramm wog das mit Weingeist gefüllte verstopfte Glas $= (V + A^1)$,

c) 99,412 Gramm wog das mit Weingeist und 4,777 Gramm Asche gefüllte verstopfte Glas $= (V + a^1 + g)$,

d) $0,8342 = s^1 =$ specifisches Gewicht des Weingeistes bei 22° C.;

folglich ist g'' oder die Gewichtsmenge des durch g verdrängten Weingeistes

$$= (V + A^1 + g) - (V + a^1 + g) = (96,040 + 4,777) - 99,412$$
$$= 100,817 - 99,412 = 1,405 \text{ Gramm};$$

ferner: g^1 oder die Gewichtsmenge des Wassers von gleichem Volum mit 1,405 Gramm Weingeist

$$= \frac{g''}{s^1} = \frac{1,405}{0,8342} = 1,6843 \text{ Grm. Wasser};$$

endlich s oder das specifische Gewicht der Braunkohlenasche $=$

$$\frac{g}{g^1} = \frac{4,777}{1,6843} = 2,8363.$$

Der Weingeist hatte unwägbare Mengen von Chlorkalium und Chlorcalcium ausgezogen. Die Asche selbst enthielt viel Eisenoxyd.

Bestimmung des specifischen Gewichts fester, im Wasser unlöslicher Körper, welche eine geringere Dichtigkeit als Wasser besitzen.

Man füllt ein Glasfläschchen mit Wasser, schliesst die Oeffnung mit dem Finger, bringt sie unter Wasser und lässt die gewogene Substanz durch die unter Wasser befindliche Oeffnung

ins Innere des Glasfläschchens steigen, auf ähnliche Weise wie man die Luft über Wasser auffängt. Dann schliesst man die Oeffnung unter Wasser mittelst des Glasstöpsels, trocknet ab und wägt. Das weitere Verfahren ist wie bei der Dichtigkeitsbestimmung der festen im Wasser unlöslichen Körper, die specifisch schwerer sind als Wasser. Es ist zweckmässig, sich hierbei des warmen Wassers zu bedienen und das mit Wasser und fester Substanz gefüllte Glas im Wasser selbst wieder erkalten zu lassen.

Beispiel.

Specifisches Gewicht des Korks = 0,242.

a) Gewicht des Korks = 1 Gramm = g,

b) Gewicht des mit Wasser gefüllten Glases = 84,130 Grm. = (V+A),

c) Gewicht des mit Wasser und luftfreiem Kork gefüllten Glases = 81,000 Grm. = (V+a+g).

Demnach ist

$(V+A+g)-(V+a+g) = A-a = g^1 = (84{,}130+1) - 81{,}000 = 85{,}130 - 81{,}000 = 4{,}130$ Grm. verdrängtes Wasser

und s oder das spec. Gew. des Korks

$$\frac{g}{g^1} = \frac{1}{4{,}130} = 0{,}2421.$$

In *Gehlers* physikalischem Wörterbuch findet sich für Korkholz das spec. Gew. = 0,240 angegeben.

Natürliche Farbe der Massen.

a) *Im durchsichtigen Zustande farblose, im undurchsichtigen Zustande weisse Substanzen:*

Unter den Elementarmassen: Sauerstoffgas, Fluorgas?, Stickgas, Wasserstoffgas, Diamant, Phosphor, die Metalle, mit Ausnahme des gelbgefärbten Goldes und des rothgefärbten Kupfers. Das Weiss der Metalle ist jedoch selten rein weiss wie bei Silber, häufig ist es ein Grauweiss, oder ein bläuliches, röthliches Weiss. — Unter den *Legirungen*: das Argentan u. a.

Unter den *Verbindungen erster Ordnung:* Die *gasförmigen* Verbindungen des *Wasserstoffs* mit Fluor, Chlor, Brom, Jod, Schwefel, Selen, Stickstoff, Kohlenstoff, Phosphor, Arsen, Antimon. — Die tropf*barflüssigen* oder *festen* Verbindungen des *Sauerstoffs* mit Schwefel, Selen, Wasserstoff, Bor, Silicium, Alumium, (und der übrigen Erd- und Erdsäuremetalle), Zink, Zinn, Antimon, Arsen, Kalium, Natrium, Calcium (das reine Kaliumoxyd, Natriumoxyd und Calciumoxyd sind nicht rein weiss, sondern grau; Kalium- und Natriumhyperoxyd sind gelb), Strontium, Baryum, Magnium. —

Die Chlorsäure, Bromsäure, Jodsäure, das Stickoxydul, Stickoxyd, die Salpetersäure; das Kohlenoxyd, die Kohlensäure und Oxalsäure; die phosphorige und die Phosphorsäure. —

Die *Chloride* des Kalium, Natrium, Lithium, Baryum, Strontium, Calcium, Magnium, Alumium, Zink, Zinn, Antimon, Wismuth, Arsen, Quecksilber, Silber (Chlorsilber wird am Lichte bald violett). —

Die *Monosulfide* der Alkalimetalle und Erdalkalimetalle, des Zinks und Mangans (letzteres röthlichweiss). — Schwefelkohlenstoff. —

Die *Fluoride*, *Monojodide*, *Monobromide* der Alkali- und Erdalkalimetalle.

Unter den *Verbindungen zweiter Ordnung:* die Hydrate der genannten Säuren und Alkalien; die unterchlorigs., chlors. broms., jods., unterschwefligs., schwefligs., schwefels., selenigs., salpeters., kohlens., oxals., essigs., phosphors., bors., kiesels., zinns., antimons., arsenigs. Salze des Ammoniak, Kali, Natron, Lithion, Strontian, Baryt, Kalk, der Talkerde, Thonerde, des Zinkoxyd, Antimonoxyd, Wismuthoxyd, Bleioxyd. —

Das schwefelsaure, salpeters., essigs., oxalsaure Silberoxyd, Quecksilberoxydul und Oxyd (basisch schwefels. Quecksilberoxyd ist gelb).

Auch die wässrigen Lösungen der genannten Massen, wenn diese sich überhaupt im Wasser lösen, sind farblos.

b) *Gelbe Farben besitzen:*

unter den *Elementarmassen:* das Chlor (grünlichgelb), Brom (feuergelb), der Schwefel, der am Lichte gelegene Phosphor, das Gold.

Unter den *Legirungen:* das Messing, Tomback, die Bronze, das Kanonenmetall, das Goldsilber u. s. w.

Unter den *Verbindungen erster Ordnung:* die unterchlorige, die chlorige und die Unterchlorsäure, die salpetrige und Untersalpetersäure, die Chromsäure, das Uranoxyd, Kadmiumoxyd (braungelb), Bleioxyd, Wismuthoxyd, Platinchlorid, Goldchlorid, Eisenchlorid, die mehrfach Schwefelverbindungen des Kalium, Natrium, Ammonium, Baryum, Strontium, Calcium; fünffach-Schwefelwasserstoff, natürliches Schwefeleisen, Schwefelkupfereisen (beide nach dem Zerreiben schwarzgrau), künstliches Schwefelkadmium, zweifach Schwefelzinn, Schwefelarsen, Jodblei, Bromsilber, Quecksilberjodür, hydratisches Schwefelantimon (orangegelb).

Unter den *Verbindungen zweiter Ordnung:* die chromsauren Salze der Alkalien, Erdalkalien, des Bleioxyds; die Uranoxydsalze, Kaliumeisencyanür.

Auch *die wässrigen Lösungen* vieler der genannten Massen besitzen gelbe Farben, z. B. das Bromwasser, die salpetrige Salpetersäure, Platinchlorid-, Goldchlorid-, Eisenchlorid-, die mehrfach-Schwefel-Ammonium-Lösung; desgleichen die wässrige Jodlösung.

c) *Rothe Farben besitzen:*

unter den *Elementarmassen*: das Kupfer.

Unter den *Verbindungen erster Ordnung:* das Eisenoxyd (braunroth), die Mennige (gelbroth), das Quecksilberoxyd (gelbroth bis rothgelb), das Schwefelquecksilber (der Zinnober), das Quecksilberjodid, das Phosphoroxyd.

Unter den *Verbindungen höherer Ordnung:* das Eisensulfocyanid, das Eisencyanidcyankalium (rothe Blutlaugensalz), das eisensaure Kali, salpetersaure Kobaltoxyd (und noch andere

Kobaltoxydverbindungen), schwefelsaures Manganoxyd, Kupfereisencyanür.

d) *Braune Farben besitzen:*
unter den *Elementarmassen:* Bor (dunkelgrünlichbraun) und Silicium (dunkelbraun).

Unter den Verbindungen *erster und zweiter Ordnung*; das Chrombioxyd, das Manganoxyd-oxydul, das Manganoxydhydrat, das Eisenoxydhydrat, das Silberoxydhydrat.

e) *Violette Farben besitzen:*
die Dämpfe des Jod, die Lösungen der Manganoxyde in den Glasflüssen (in Kieselerdeglas, Boraxglas, Phosphorsalzglas); gerbsaures Eisenoxydoxydul.

f) *Blaue Farben besitzen:* Kupferoxydhydrat;
die salpetersauren, schwefelsauren, phosphorsauren, kohlensauren Salze des *Kupferoxyds*, das Kupfer*oxydammoniak*, die Doppelsalze des Kupferoxyds und Ammoniaks, das Chromoxydhydrat (graublau), Kobaltoxydulhydrat (röthlichblau).

Die Auflösung des Chromoxyds in kohlensaurer Ammoniakflüssigkeit, die Lösung des Kobaltoxyds in Ammoniak, die Verbindungen des Kobaltoxyds mit Thonerde, die Lösungen des Kobaltoxyds in Glasflüssen (Kieselerde-, Borax-, Phosphorsalzglas) z. B. die Smalte, das Ultramarin; phosphors. Eisenoxydul-Oxyd, Berlinerblau (Eisencyanür-cyanid, Eisencyanidcyanür).

g) *Grüne Farben besitzen:*
Chromoxyd (dunkelgrün), Nickeloxydul (olivengrün), Nickeloxydulhydrat (apfelgrün), die concentrirte wässrige Lösung des Einfach-Chlorkupfers (smaragdgrün), kohlensaures Kupferoxyd (Malachit), arsenigs., essigs. Kupferoxyd, chroms. Kupferoxyd, Kupfereisencyanid, oxals., phosphors. Nickeloxyd, Nickeleisencyanid.

h) *Schwarze Massen:*

Unter den *Elementen:* *Jod* (im festen Zustande eisenschwarz, mit rother Farbe durchscheinend, Dämpfe violett), Selen, Graphit, Thierkohle, Pflanzenkohle, fein zertheiltes Platin (Platinschwarz), feinzertheiltes Silber.

Unter den *Verbindungen erster Ordnung:* Manganoxyd, Manganhyperoxyd, Eisenoxydoxydul (Hammerschlag, Magneteisenstein), Kupferoxyd, Quecksilberoxydul, Schwefel-Eisen,- Ni-

ckel, - Kobalt, - Blei, - Wismuth, - Kupfer, - Quecksilber, - Silber, -Platin, - Gold, natürliches Schwefelantimon.

Unter den *Verbindungen höherer Ordnung:* Viele natürlich vorkommende Doppelschwefelmetalle, Arsenmetalle und Schwefelarsenmetalle, z. B. Schwefelantimon-Schwefeleisen.

i) *Graue Massen:*

Viele metallische Elemente im feinzertheilten Zustande: z. B. fein gepulvertes Eisen, durch Wasserstoffgas reducirtes Eisen, durch Zinnchlorür oder schweflige Säure reducirtes Quecksilber; viele zerriebene natürliche Schwefelmetalle und Arsenmetalle, zerriebener Braunstein u. s. w.

Verhalten der Mineralkörper gegen den Magneten.

Solche Massen, welche die Fähigkeit besitzen, das Eisen und einige Eisenerze anzuziehen, heissen *attractorisch-magnetisch* oder *Magneten* schlechthin. Die von den Magneten angezogenen Körper sind *retractorisch-magnetische*, die vom Magneten nicht afficirten Massen heissen *unmagnetische* Substanzen.

Zu den *attractorisch-magnetischen Körpern* gehören: Das Magneteisenerz $=$ FeO,Fe^2O^3, der Magnetkies $=$ Fe^7S^8, der magnetisirte Stahl und magnetisirtes, Kohlenstoff haltiges Eisen. Das weiche, soviel als möglich von Kohlenstoff befreite Eisen lässt sich zwar leicht attractorisch machen, verliert aber diese Eigenschaft schnell wieder.

Zu den *retractorisch-magnetischen Körpern* gehören: Der nicht magnetisirte Stahl, das weiche Eisen, das Eisenoxydoxydul, Hammerschlag, das Eisenoxydoxydulhydrat, das Phosphoreisen, das halb, einfach und $^8/_7$ Schwefeleisen (Fe^2S; FeS; Fe^7S^8), Nickel, Kobalt, Mangan. —

Zu den *unmagnetischen Körpern* gehören alle übrigen, ausser den genannten, namentlich auch das Eisenoxydulhydrat, das Eisenoxydhydrat, die Eisenoxydul- und Eisenoxydsalze, das 2fach Schwefeleisen (FeS^2 oder der Eisenkies), die Verbindungen des Nickels, Kobalts und Mangans mit Zündern.

Verhalten der Massen gegen die Wärme.

Solche Massen, welche beim Erhitzen in der Glasröhre oder beim Glühen auf der Kohle sich in Gase oder Dämpfe verwandeln und entweder als solche entweichen oder bei Abkühlung wieder tropfbarflüssig oder fest werden, heissen *flüchtige* Substanzen. Diejenigen Massen hingegen, welche durch heftige Rothglühhitze nicht verdampft werden können, heissen *feuerbeständige* Substanzen. Die meisten der sogen. feuerbeständigen Massen sind bei Hitzgraden, höher als diejenigen, welche mit der Löthrohrflamme hervorgebracht werden können, ebenfalls flüchtig.

I. *Flüchtige Massen.*

A. *Sublimirbare Substanzen*

oder flüchtige feste Massen, welche bei völligem oder theilweisem Abschluss der Luft, z. B. im unten verschlossenen Glasröhrchen erhitzt, sich in Dampf verwandeln, der im oberen Theile des Röhrchens sich wieder zu einer festen Masse (zu einem Sublimat) verdichtet.

a) *Farblose Sublimate geben:*

Chlorammonium, kohlensaures Ammoniak, arsenige Säure, Quecksilberchlorür, (in der Hitze gelb, beim Erkalten weiss), Quecksilberchlorid, Oxalsäure.

b) *Gefärbte Sublimate geben:*

1) *Schwefel* (schmilzt beim Erhitzen im Glasröhrchen zuerst zu einer hellgelben dünnen Flüssigkeit, diese wird dann zähflüssig und rothbraun, bei stärkerer Hitze entwickeln sich durchsichtige pomeranzenfarbene Dämpfe, die im oberen Theile der Röhre sich zu gelbem, festen Schwefel verdichten; an der Luft entzünden sich die Schwefeldämpfe und verbrennen mit blauer Flamme zu stechend sauer, erstickend riechender, farbloser, gasförmiger schweflicher Säure).

2) *Jod* (liefert violette, zu metallisch-glänzendem stahlgrauen krystallinischen Sublimat erstarrende Dämpfe).

3) *Arsen* (giebt ein eisenschwarzes, metallglänzendes Sublimat).

4) *Schwefelarsen* (ein in der Hitze braunrothes, beim Erkalten gelbes Sublimat).

5) *Schwefelquecksilber* oder Zinnober (liefert ein in der Hitze braunrothes, beim Erkalten scharlachrothes Sublimat).

6) *Phosphor* und *Kalium* sublimiren nur bei völligen Abschluss der Luft, bei Zutritt der Luft verbrennen sie mit Heftigkeit, der Phosphor zu weisser, an der Luft zerfliessender Phosphorsäure, das Kalium zu weissem, an der Luft zerfliessenden Kali.

B. *Destillirbare Massen.*

Bei gewöhnlicher Temperatur tropfbarflüssige Substanzen, welche in einem knieförmig gebogenen, unten verschlossenen Glasröhrchen erhitzt, sich in Dampf verwandeln, der am Ende des Röhrchens zu tropfbarer Flüssigkeit verdichtet herab rinnt.

a) *Farblose Destillate geben:*

1) *Wasser* (verändert weder Curcuma- noch Lacmuspapier; viele feste Substanzen liefern beim Erhitzen im Röhrchen ein Destillat von Wasser, z. B. Thon, Gyps, Brauneisenstein, Glaubersalz, Bittersalz, Eisenvitriol u. s. w.)

2) *Quecksilber* (undurchsichtige zinnweisse metallische Flüssigkeit; viele Quecksilberverbindungen liefern für sich im Röhrchen erhitzt ein Destillat von metallischem Quecksilber, z. B. Quecksilberoxyd, salpeters., essigs., schwefelsaures Quecksilberoxydul und Oxyd. Mit Soda gemengt erhitzt, geben *alle* Quecksilberverbindungen ein Destillat von metallischem Quecksilber).

3) *Viele Säurehydrate*, z. B. Chlorwasserstoffsäurehydrat, Schwefelsäurehydrat, Salpetersäurehydrat, Essigsäurehydrat.

4) Aus den Verbindungen des *Chlors* mit Natrium, Kalium, Baryum, Strontium, Calcium, Silber, Blei, ist durch das heftigste Glühen bei Abschluss des Wassers kein saures Destillat zu erhalten, selbst wenn die Verbindungen zu Anfang des Glühens Wasser enthielten. Die salzsauren Erd- und Erzmetalloxyde, welche im Wasser löslich sind, geben beim Erhitzen im Röhrchen Salzsäure aus, z. B. salzsaures Eisenoxyd oder gewässertes Eisenoxyd.

5) Die Verbindungen der *Schwefelsäure* mit Kali, Natron, Baryt, Strontian, Bleioxyd, Kalk geben beim heftigsten Glühen keine Säure her; schwefelsaures Manganoxydul und schwefelsaure Talkerde verlieren bei sehr starkem Glühen nur einen Theil derselben, diese zerfällt in schweflige Säure und Sauerstoff; Alaun, Eisenvitriol, schwefelsaures Eisenoxyd, Kupfervitriol, Zinkvitriol entwickeln bei starker Rothglühhitze einen Theil ihrer Schwefelsäure unzersetzt, ein anderer Theil zerfällt in schweflige Säure und Sauerstoffgas.

6) Die wasserfreien Verbindungen der *Salpetersäure* mit Alkalien, Erdalkalien, Silberoxyd und Bleioxyd lassen sich bis zum Schmelzen erhitzen ohne Säure auszugeben, stärker erhitzt entwickeln sie Untersalpetersäure, Stickoxyd, Stickgas und Sauerstoffgas.

7) Die *essigsauren* Alkalien lassen sich bis zum Schmelzen erhitzen ohne zersetzt zu werden, stärker erhitzt entweicht Aceton. Essigsaures Bleioxyd und Kupferoxyd geben beim Erhitzen einen Theil ihrer Essigsäure unzersetzt aus, ein anderer Theil zersetzt sich; im Röhrchen bleibt metallisches Kupfer oder Blei.

b) *Ein gefärbtes Destillat* giebt das elementare Brom.

C. *Gasförmige Substanzen.*

a) *Farblose neutrale Gase* (ohne Wirkung auf feuchtes Lacmuspapier).

1) *Stickgas;* geruchlos, ein flammender Körper erlischt darin, ohne das Gas selbst zu entzünden; verändert weder Curcuma- und Lacmus-, noch Bleiessigpapier, wird nur in geringer Menge vom Wasser verschluckt.

2) *Sauerstoffgas;* geruchlos, ein flammender Körper verbrennt darin weit lebhafter als in atmosphärischer Luft; ein glimmender Holzspahn entflammt darin; an und für sich nicht verbrennlich, neutral gegen Curcuma-, Lacmus- und Bleiessigpapier; färbt sich mit dem farblosen Stickoxydgas gelb, die gelbe Farbe (von Untersalpetersäure und salpetrige Säure) verschwindet beim Schütteln mit Wasser. Sauerstoffgas ist wenig löslich in Wasser; entwickelt sich beim Glühen des Braunsteins, des Quecksil-

beroxyds, des salpetersauren Kalis, -Natrons; des chlorsauren, des chromsauren Kalis, der Mennige u. s. w.

3) *Atmosphärische Luft*, ein geruchloses, neutrales Gemenge aus 23 Gew.-Theilen Sauerstoffgas und 77 Gew.-Theile Stickstoffgas; verhält sich gegen Reagentien wie ein verdünntes Sauerstoffgas. Sie wird nur wenig vom Wasser verschluckt.

4) *Stickoxydulgas* ist ein der atmosphärischen Luft ähnliches, aber eigenthümlich riechendes Gas; färbt sich nicht gelb in Berührung mit Stickoxyd, unterhält die Verbrennung ähnlich dem Sauerstoffgas.

5) *Stickoxydgas*, farbloses, widerlich riechendes Gas, mit Sauerstoffgas oder atmosphärischer Luft gelbe sauer reagirende Dämpfe bildend, nicht brennbar, unterhält nicht die Verbrennung einer Kerze.

6) *Wasserstoffgas*, schwach widerlich riechendes Gas; ein flammender Körper erlischt darin, entzündet aber das Wasserstoffgas bei Zutritt der Luft unter Geräusch (das bis zum heftigsten Knall steigen kann). Die Flamme des Wasserstoffgases ist gelblich, wenig leuchtend. Bei theilweise unterbrochener Verbrennung (z. B. im engen Glascylinder) scheidet sich ausser tropfbarflüssigem Wasser nichts Festes ab, ebensowenig beim Annähern eines kalten Körpers, z. B. einer Porzellantasse an das aus enger Oeffnung ausströmende angezündete Gas. Es verändert weder Curcuma-, noch Lacmus-, noch Bleiessigpapier. Wird vom Wasser nur sehr wenig absorbirt. Es entwickelt sich beim Lösen vieler Metalle in Salzsäure oder Schwefelsäure.

7) *Kohlenwasserstoffgase* (Leuchtgas und Sumpfgas) sind eigenthümlich widerlich riechende Gase; brennende Körper erlöschen darin, entzünden aber bei Zutritt der Luft die Kohlenwasserstoffgase. Diese brennen mit gelber stark leuchtender Flamme (das Leuchtgas mit heller, das Sumpfgas mit weniger hellleuchtender Flamme); im engen theilweise geschlossenen Cylinder setzen sie dabei etwas Russ ab. Curcuma-, Lacmus- und Bleiessigpapier werden nicht verändert. Kohlenwasserstoffgase entwickeln sich unter andern beim Erhitzen fetter Substanzen, beim Kochen

des Weingeists mit conc. Schwefelsäure. Leuchtgas = HC, Sumpfgas = H^2C.

8) *Phosphorwasserstoffgase*; farblose, neutrale, stinkende, das Bleiessigpapier nicht verändernde Gase, welche entweder schon bei gewöhnlicher Temperatur an der Luft sich von selbst entzünden, mit glänzendem Lichte verbrennen und dabei weisse Nebel von Phosphorsäure geben (selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas = H^3P mit einer kleinen Menge H^2P) oder erst bei Annäherung eines flammenden Körpers sich entzünden (nicht selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas). Sie entwickeln sich beim Faulen phosphorhaltiger organischer Substanzen, beim Kochen von Kalilauge mit Phosphor.

9) *Arsenwasserstoffgas* = H^3As, farbloses, übelriechendes neutrales, das Bleiessigpapier nicht veränderndes Gas. Bei Annäherung eines flammenden Körpers verbrennt es mit bläulichweissem Licht unter Abscheidung eines weissen Rauchs von arseniger Säure; bei Abkühlung während der Verbrennung setzt sich metallisches Arsen (ein Arsenspiegel) an den abkühlenden Körper; entwickelt sich beim Auflösen arsenhaltiger Metalle (arsenhaltigen Eisens, Zinns) in Salzsäure oder Schwefelsäure. Giftiges Gas.

10) *Antimonwasserstoff* = H^3Sb, ein dem Arsenwasserstoff ähnliches Gas; entzündet sich an der Luft bei Annäherung eines flammenden Körpers, brennt mit weissem Licht, scheidet bei ungehindertem Luftzutritt weisses Antimonoxyd, bei gehemmtem Luftzutritt metallisches Antimon ab. Entwickelt sich beim Auflösen antimonhaltigen Zinns in Salzsäure u. s. w. Giftiges Gas.

11) *Cyangas* (Kohlenstickgas) = C^2N, farbloses, eigenthümlich riechendes, neutrales, das Bleiessigpapier nicht veränderndes Gas; bei Annäherung eines flammenden Körpers verbrennt es mit violetter Flamme zu Kohlensäure unter Abscheidung von Stickgas. Entweicht unter andern beim Glühen des Cyanquecksilbers. Giftiges Gas.

12) *Kohlenoxydgas* = CO, schwach eigenthümlich riechendes, neutrales Gas, Bleizuckerpapier nicht verändernd; bei Annäherung eines flammenden Körpers verbrennt es bei Luftzutritt mit bläulicher Flamme zu Kohlensäuregas. Bil-

det sich unter andern beim Durchströmen des Kohlensäuregases durch glühende Kohlen, oder wenn Kohlen bei ungenügendem Luftzutritt geglüht werden; beim Glühen der Oxalsäure entweicht Kohlensäure und Kohlenoxyd. Giftiges Gas.

b) *Farblose oder gefärbte, das feuchte Lacmuspapier bleichende Gase.*

1) *Chlor*, ein grünlichgelbes, erstickend riechendes, höchst nachtheilig auf die Lungen wirkendes Gas; entwickelt sich unter andern beim Auflösen des Braunsteins in Salzsäure, beim Uebergiessen des Chlorkalks mit Salzsäure oder Schwefelsäure.

2) *Unterchlorige Säure* = ClO; farbloses, erstickend riechendes, schädlich auf die Lungen wirkendes Gas; entwickelt sich beim Zusammentreffen von Quecksilberoxyd mit Chlorgas.

3) *Unterchlorsäuregas* = ClO^4; gelbes Gas, von erstickendem Geruch und nachtheiliger Einwirkung auf die Lungen; entwickelt sich unter andern beim Uebergiessen des chlorsauren Kali mit concentrirter Schwefelsäure.

4) *Chlorsalpetrige Säure* = NO^2Cl und *Zweifach Chlorstickoxyd* = NO^2Cl^2 oder *Chloruntersalpetersäure* sind gelbrothe, erstickend riechende Gase, höchst nachtheilig für die Lungen; sie entwickeln sich z. B. beim Kochen von Metallen mit Salpeter-Salzsäure (Königswasser) neben Chlor.

5) *Bromdampf;* das tropfbarflüssige Brom hat grosse Neigung sich zu vergasen und stösst schon bei gewöhnlicher Temperatur gelbrothe, das feuchte Lacmuspapier bleichende erstickende, giftige Dämpfe aus.

c) *Gefärbte, das feuchte Lacmuspapier röthende Gase.*

1) *Salpetrigsaures Gas* = NO^3 und *untersalpetersaures Gas* = NO^4, sind orangegelbe, erstickend riechende, höchst nachtheilig auf die Lungen wirkende Gase, welche sich bei chemischen Operationen sehr häufig entwickeln, namentl. bei Auflösung von Metallen oder der niederen Oxydationsstufen, sowie der Schwefelverbindungen der Metalle

in Salpetersäure. Die Behandlung der zu untersuchenden Körper mit Salpetersäure muss deshalb immer in freier Luft oder unter einem gut ziehenden Schornsteine vorgenommen werden.

d) *Farblose saure (das feuchte Lacmuspapier röthende) Gase.*

1) *Fluorwasserstoffgas* = HF; durchaus nicht brennbares Gas; bildet an feuchter Luft weisse Nebel, röthet das feuchte Lacmuspapier stark, riecht stechend sauer, greift das Glas an und macht es blind; entwickelt sich beim Uebergiessen des Flussspaths mit concentrirter Schwefelsäure.

2) *Chlorwasserstoffgas* = HCl; ein farbloses, nicht entzündliches Gas; bildet an feuchter Luft weisse Nebel, riecht stark sauer, röthet feuchtes Lacmuspapier stark, greift nicht das Glas an; entwickelt sich unter andern beim Uebergiessen des Kochsalzes mit concentrirter Schwefelsäure.

3) *Bromwasserstoffgas* = HBr; dem Chlorwasserstoff ähnliches, stechend sauer riechendes, an feuchter Luft weisse Nebel bildendes Gas; entsteht beim Uebergiessen des Bromkaliums mit concentrirter Schwefelsäure.

4) *Jodwasserstoffgas* = HJ; den Chlorwasserstoffgase ähnliches Gas; entwickelt sich beim Kochen von Phosphor, Jod, Jodkalium und wenig Wasser.

5) *Schwefelwasserstoffgas* = HS; stinkendes, brennbares Gas, nur in seiner concentrirten wässrigen Lösung das Lacmuspapier röthend, als Gas neutral gegen dasselbe; schwärzt das mit essigsaurem Bleioxyd getränkte Papier (das Bleizuckerpapier). Entwickelt sich beim Auflösen der Schwefelmetalle in Salzsäure oder verdünnter Schwefelsäure.

6) *Kohlensäuregas* = CO^2; schwach stechend, angenehm säuerlich riechendes, weder brennbares noch die Verbrennung unterhaltendes Gas, welches direkt das feuchte Lacmuspapier nicht röthet; es wird nicht stark vom Wasser verschluckt, die concentrirte wässrige Lösung des Kohlensäuregases röthet deutlich das Lacmuspapier. Entwickelt sich beim Verbrennen organischer Substanzen bei ungehindertem Luftzutritt; beim Auflösen kohlensaurer

Salze in Säuren entweicht kohlensaures Gas unter Aufbrausen.

7) *Schwefligsaures Gas;* erstickend sauer, nach brennendem Schwefel riechendes, das feuchte Lacmuspapier sogleich röthendes Gas; entwickelt sich beim Erhitzen des Schwefels und der Schwefelmetalle an der Luft.

e) *Alkalische (das feuchte Curcumapapier bräunende) Gase.* Hierher gehört nur das *Ammoniakgas* $= H^3N$.

II. *Feuerbeständige Massen.*

A. *Schmelzbare Substanzen*

oder feste Massen, welche beim Erwärmen in den tropfbarflüssigen Zustand übergehen (und zwar unterhalb der Schmelzhitze des Glases).

1) *Metalle:* Zink, Blei, Wismuth, Antimon, Zinn. Im Glasröhrchen unschmelzbar, aber vor der Löthrohrflamme auf der Kohle schmelzbar sind: Kupfer, Silber, Gold.

2) *Basische Oxyde und Oxydhydrate:* Kali und Kalihydrat, Natron und Natronhydrat, Bleioxyd, Wismuthoxyd, Antimonoxyd.

3) *Sauerstoffsäuren:* Phosphorsäure, Borsäure.

4) *Chlormetalle:* Chlornatrium, Chlorkalium, Chlorbaryum, Chlorstrontium, Chlorcalcium, Chlormagnium, Chlorsilber, Chlorblei.

5) *Cyan-*, *Brom-*, *Jodverbindungen* des Natriums, Kaliums, Silbers, Bleis.

6) *Schwefelmetalle:* Schwefelkalium, Schwefelnatrium, Schwefelantimon, Schwefelsilber.

7) *Sauerstoffsalze:* Kohlensaures Kali und Natron. Schwefelsaures Kali und Natron, schwefelsaures Bleioxyd. Phosphorsaure Talkerde, phosphorsaures Kali und Natron, borsaures Natron, kieselsaures Kali und Natron. Salpetersaures Kali, -Natron, -Silberoxyd, salpetersaurer Kalk, -Baryt, -Strontian.

8) Viele Salze der Erdalkalien, Erden und Erzmetalloxyde, welche an und für sich unschmelzbar sind, verbinden sich mit Krystallwasser; beim Erhitzen schmilzt letzteres und das Salz wird flüssig (zerfliesst in seinem Krystallwasser),

beim stärkeren Erhitzen entweicht das Wasser und es bleibt ein unschmelzbarer Rückstand. So verhalten sich z. B. Alaun, Eisenvitriol u. a. m.

B. *Unschmelzbare Substanzen*

(wenigstens bei der Schmelzhitze des Glases und der Löthrohrflamme unschmelzbar).

1) *Nichtmetallische Elemente:* Kohle.

2) *Metalle:* Eisen, Platin, Nickel und einige seltnere Metalle.

3) *Oxyde:* Kieselerde, Thonerde und viele seltnere Erden; Baryt, Strontian, Kalk, Talkerde, Eisenoxyd, Eisenoxydul, Eisenoxydoxydul, Manganoxyd, Manganhyperoxyd, Zinnoxyd, Chromoxyd, Zinkoxyd, Kupferoxyd und andere Erzmetalloxyde.

4) *Schwefelmetalle:* Schwefeleisen, Schwefelblei, Schwefelzink, Schwefelkupfer u. a.

5) *Fluormetalle:* Fluorcalcium (erst in der Weissglühhitze schmelzbar).

6) *Sauerstoffsalze.* Die meisten natürlich vorkommenden Silicate (mit Ausnahme einiger Zeolithe) sind unschmelzbar bei starker Rothglühhitze, z. B. der Thon, Feldspath, Glimmer u. s. w. Kohlensaurer Kalk, kohlens. Talkerde; schwefels. Baryt, -Strontian, -Kalk, schwefels. Talkerde; phosphors. Kalk, -Baryt, -Thonerde u. s. w.

7) Die *alkalischen* Erden, die Erden und das Zinkoxyd, sowie ihre nicht schmelzbaren Verbindungen leuchten stark beim Glühen.

Zweiter Abschnitt.

Von den Reagentien.

Chemische Reagentien sind solche Substanzen, welche beim Zusammentreffen mit anderen Massen die letzteren so verändern, oder von ihnen so verändert werden, dass daraus die Anwesenheit dieser Massen mit Sicherheit erkannt werden kann. Die charakteristischen Veränderungen bestehen entweder in Bildung von festen pulverigen Massen innerhalb einer Flüssigkeit (Entstehung von *Niederschlägen* und *Trübungen*), oder in *Auflösung* gebildeter Niederschläge oder endlich in Farbenveränderungen der Flüssigkeiten oder der Reagentien. Hiernach unterscheidet man *Fällungsmittel*, *Auflösungsmittel* und *Farbenreagentien*.

Man unterscheidet ausserdem noch *Oxydationsmittel* (d. h. solche Substanzen, welche einer sauerstoffarmen oder sauerstofffreien Substanz Sauerstoff zuführen z. B. Salpetersäurehydrat, glühendschmelzender Salpeter); *Reductionsmittel* (oder solche Stoffe, welche den Oxyden den Sauerstoff gänzlich oder theilweise entziehen, z. B. wässrige schweflige Säuren, glühende Kohle) und *Schmelzmittel* (Substanzen, welche in der Glühhitze tropfbarflüssig werden, andere feste Substanzen in sich aufnehmen und flüssig machen können, z. B. Borax, Phosphorsalz). Die wichtigsten Oxydations-, Reductions- und Schmelzmittel sind unter den Auflösungs- und Fällungsmitteln an geeigneter Stelle abgehandelt.

Aufzählung, Bereitung und Prüfung der bei qualitativen und quantitativen Analysen unentbehrlichen Reagentien.

I. *Reagentien für die Prüfung auf trocknem Wege.*

1) *Kohle;* gut ausgeglühte dichte Fichtenholzkohle.

2) *Zinnfolie* oder *Stanniol.*

3) *Soda* = NaO,CO^2. Die gewöhnliche rohe krystallisirte (glaubersalzhaltige) Soda des Handels = $NaO,CO^2 + 10HO$ wird in ihrem doppelten Gewicht heissen Wasser aufgelöst und die Lösung der Frostkälte ausgesetzt; das dabei auskrystallisirende kohlens. Natron wird von der (glaubersalzhaltigen) Mutterlauge getrennt und auf Papier bei gewöhnlicher Temperatur getrocknet. Um es von seinem Wasser zu befreien, breitet man es auf Schreibpapier aus und stellt dasselbe in die Sonne oder in die Nähe des geheizten Ofens. Das zu Pulver zerfallene Salz dient zu Löthrohrversuchen. Die wässrige Auflösung desselben muss mit Chlorbaryum einen Niederschlag geben, der sich völlig in Salzsäure auflöst; bleibt eine Trübung, so ist das Salz schwefelsäurehaltig und taugt nicht zu Prüfungen auf Schwefel und Schwefelsäure; es kann aber zu Metallreductionen angewandt werden.

4) *Kohlensaures Kali* = KO,CO^2; *Sal tartari* oder *Weinsteinsalz.* Es muss völlig weiss und trocken sein, im Wasser sich völlig klar und farblos lösen; die Flüssigkeit darf nach dem Ansäuern mit Salpetersäure weder durch salpetersaures Silberoxyd, noch durch Aetzammoniak, noch durch Chlorbaryum getrübt werden. Mit Salzsäure zur Trockne verdampft, muss der Rückstand sich völlig klar im Wasser wieder lösen.

5) *Salpeter* = KO,NO^5.

6) *Borax* = $NaO, 2BO^3 + 10HO$.

7) *Phosphorsalz* = $(HO,H^4NO, NaO), {}^cPO^5 + 8HO$.

Salpeter, Borax und Phosphorsalz dienen im krystallisirten Zustande als Reagentien.

8) *Kohlensaurer Baryt* = BaO,CO^2. Dient zur Aufschliessung alkalihaltiger Silicate.

9) *Salpetersaures Kobaltoxyd* = $CoO,NO^5 + xHO$. Dient in Auflösung zur Benetzung von Mineralien, in denen man Talkerde oder Thonerde vermuthet.

II. *Reagentien zur Prüfung auf nassem Wege.*

a) *Reagenzpapiere und Farbenreagentien.*

1) *Curcumapapier.* Das Pulver der Curcumawurzel wird mit Wasser gekocht, die gelbe Flüssigkeit durch ein Leinentuch gepresst und absetzen gelassen. Mit der goldgelben Flüssigkeit überstreicht man gutes weisses Schreibpapier auf beiden Seiten, lässt es abtrocknen und wiederholt das Bestreichen noch ein oder mehrere Male, bis das Papier eine hellgelbe, nicht braungelbe Farbe besitzt.

2) *Lacmuspapier.* Das im Handel vorkommende *Lacmus* (nicht zu verwechseln mit dem Neublau, welches man mitunter anstatt desselben erhält), ein zu kleinen Würfeln geformtes blaues Farbmaterial, wird mit heissem reinem Wasser übergossen und das Gemisch gut umgerührt. Nach halbstündigem Stehen wird die klare Flüssigkeit von dem grösstentheils aus Kreide bestehenden Bodensatze abgegossen und zum Bestreichen von gutem weissen Schreibpapier angewendet. Das Ueberstreichen muss mit einem Haarpinsel 4—5 Mal nach einander geschehen, bis das Papier die gehörige Farbennuance angenommen hat. Jede Berührung mit Säuren muss während der Bereitung und bei der Aufbewahrung sorgfältig vermieden werden.

3) *Stärkemehl.*

4) *Indigolösung.* Man reibt Indigblau mit conc. rauchender Schwefelsäure zusammen, und verdünnt die Lösung mit soviel Wasser, dass die Flüssigkeit mit hellblauer Farbe durchsichtig ist.

b) *Neutrale Lösungsmittel.*

1) *Wasser.* Zur Analyse dient destillirtes Wasser, oder reines Schnee- und Regenwasser. Das Wasser darf beim Verdampfen keinen Rückstand hinterlassen, muss klar, farblos und geruchlos sein. Salpetersaures Silberoxyd, Chlorbaryum, essigs. Bleioxyd, oxals. Kali, phosphors. Natron-Ammoniak dürfen darin keine Trübung hervorbringen.

2) *Weingeist.*

3) *Aether.*

c) *Säuren.*

1) *Salzsäure* = HCl, x HO. Sie wird sowohl im rauchenden als auch im mässig verdünnten Zustande vorräthig gehalten. Man erhält die rauchende Salzsäure sehr rein und billig in den chemischen Fabriken; zur Analyse der Ackererde vermischt man dieselbe mit ihrem gleichen Volum destillirten Wasser.

Die reine Salzsäure muss farblos sein, mit Wasser vermischt darf sie weder durch Schwefelwasserstoffgas, noch durch Chlorbaryum getrübt werden, Kaliumeisencyanür darf darin keine blaue oder grüne Färbung bewirken. Beim Verdampfen darf sie keinen Rückstand hinterlassen.

2) *Salpetersäure* = NO^5, x HO. 100 Gew.-Theile gereinigter Salpeter (dessen Löung durch salpeters. Silberoxyd nicht getrübt wird) werden in einer gläsernen Tubulatretorte mit 96 Th. englischer Schwefelsäure übergossen; nach Anfügung einer langhalsigen gläsernen Vorlage wird das Gemisch so lang destillirt, bis der Rückstand ruhig fliesst und keine Tropfen mehr übergehen. Das Destillat ist NO^5,HO. War der Salpeter chlorhaltig, so findet sich in der anfangs übergehenden Salpetersäure der grösste Theil des Chlors; man wechselt die Vorlage und gewinnt eine beinahe chlorfreie Salpetersäure. Diese rauchende, farblose oder schwach gelblich gefärbte Salpetersäure erhält man auch sehr rein im Handel; für den gewöhnlichen Gebrauch wendet man die mit 3 Theilen destillirtem Wasser verdünnte Säure an. Sie darf durch salpetersaures Silberoxyd nicht getrübt werden, sonst enthält sie Chlor. Auch Chlorbaryum darf keine Trübung darin hervorbringen; in der concentrirten Säure entsteht dadurch ein Niederschlag von salpeters. Baryt, der aber auf Waserzusatz völlig wieder sich lösen muss.

3) *Königswasser.* Ein Gemisch von 1 Th. rauchender Salpetersäure und 3 Theilen rauchender Salzsäure.

4) *Schwefelsäure.* Man hält die nicht rauchende englische oder gemeine Schwefelsäure = HO,SO^3 vorräthig und bezeichnet sie als *conc. Schwefelsäure.* Als Reagenz auf Baryt- und Bleisalze wendet man die mit ihrer 6fachen Gewichtsmenge Wasser verdünnte engl. Schwefelsäure an.

Zu dem Ende giesst man die conc. Schwefelsäure, unter Umrühren mit einem Glasstabe, langsam in einem dünnen Strahle in das Wasser (ja nicht umgekehrt, weil sonst heftige Erhitzung und Umherschleudern des Gemisches erfolgt). Nach 24stündigem Stehen giesst man die klare Säure von dem aus schwefels. Bleioxyd bestehenden Bodensatz ab in das Aufbewahrungsgefäss.

5) *Essigsäure* = $C^4H^3O^3,HO + xHO$. Die im Handel unter dem Namen concentrirte Essigsäure vorkommende Flüssigkeit wird mit ihrem gleichen Gewicht Wasser verdünnt angewandt. Sie darf im verdünnten Zustande weder durch salpeters. Silberoxyd, noch durch Chlorbaryum getrübt oder gefärbt werden; ein durch Silberlösung etwa entstehender Niederschlag von essigs. Silberoxyd löst sich auf Zusatz von Wasser wieder auf. Sie muss sich beim Erhitzen vollständig verflüchtigen.

6) *Weinsäure* = $C^8H^4O^{10} + 2\,HO$. Die im Handel vorkommende krystallisirte farblose Weinsäure wird mit der 4fachen Menge kaltem Wasser übergossen und die Lösung als Reagenz benutzt. Lange aufbewahrt, schimmelt die Lösung und verdirbt.

7) *Galläpfelaufguss* (unreine Gerbsäure). Pulverisirte Galläpfel werden mit ihrem 20fachen Gewicht Wasser übergossen, einige Tage bei gelinder Wärme stehen gelassen, dann wird das gleiche Volum Spiritus zugefügt und die Lösung filtrirt; lange aufbewahrt verdirbt dieselbe.

8) *Oxalsäure* = $(C^2O^3, HO + 2\,HO)$. Die krystallisirte Säure wird mit ihrem 20fachen Gewicht Wasser übergossen.

9) *Schwefelwasserstoff* = HS. Man wendet ihn als Gas oder in gesättigter wässriger Lösung an. Zur Entwickelung dient 1 Theil einfach Schwefeleisen und 10 Theile verdünnte Schwefelsäure. Das Schwefeleisen bereitet man durch Zusammenschmelzen von 28 G.-Theilen. rostfreier Eisenfeile (nicht Hammerschlag) mit 16 G.-Theilen Schwefelblumen in einem Medicinglase über schwachem Kohlenfeuer. Statt des Medicinglases dient auch ein hessischer Schmelztiegel mit gut schliessendem Deckel. Sobald das Gemisch durch und durch erglüht, ist die Verbindung

vor sich gegangen. Starkes Glühen ist zu vermeiden. Man zerreibt die erkaltete Schlacke zu gröblichem Pulver und bewahrt dasselbe in einem trockenen verstopften Glasgefässe auf. Das Schwefelwasserstoffwasser hält sich nur kurze Zeit und muss häufig frisch bereitet werden.

10) *Schweflige Säure* $= SO^2$, x HO. Man erhält dieselbe durch Erhitzung eines feuchten pulverigen Gemisches von conc. Schwefelsäure mit gepulverter Holzkohle in einem Kochfläschchen mit Gasentbindungsrohr, und Einleiten des schwefligen Gases in Wasser bis zur Sättigung des letzteren.

d) ***Basen.***

1) *Aetzkali* $=$ KO,HO. Das im Handel vorkommende pulverförmige trockne Aetzkali (Kali causticum siccum) löst man in der 10fachen Gewichtsmenge Wasser auf. Zur Verhütung des Festsitzens des Stöpsels in dem Aufbewahrungsgefässe bestreicht man denselben mit etwas Talg.

Das käufliche Aetzkali enthält meistens etwas schwefelsaures und salzsaures Kali, doch darf diese Verunreinigung nicht so stark sein, dass das mit Salpetersäure neutralisirte Aetzkali auf Zusatz von salpeters. Silberoxyd oder Chlorbaryum dicke Niederschläge giebt; höchstens dürfen dabei starke Trübungen entstehen.

Statt des Aetzkalis wendet man auch *Aetznatron* $=$ NaO,HO an. Man bereitet sich dasselbe durch Kochen einer wässrigen Auflösung des reinen kohlens. Natrons (siehe oben) mit zu Pulver gelöschtem Aetzkalk in einem eisernen Kessel oder in einer Porzellanschale, bis eine abfiltrirte Probe durch Kalkwasser nicht merklich mehr getrübt wird. Dann filtrirt man die ätzende Flüssigkeit durch einen dichten leinenen (nicht wollenen) Spitzbeutel, oder durch mehrfaches Filtrirpapier und bewahrt die Flüssigkeit in gut verschlossenen Glasgefässen auf. Das Verhältniss der Zuthaten ist 576 Gew.-Theile bestes käufliches kohlens. Natron in 2340 Gew.-Theilen Brunnenwasser gelöst; ferner 270 Gew.-Theile guter frisch gebrannter Kalk, der mit 140 Theilen Brunnenwasser übergossen und dadurch zu Pulver gelöscht worden ist. — Die wässrigen Auflösungen des Aetzkalis oder Aetznatrons dürfen auf Zusatz von überschüssigem Chlorammonium nicht

getrübt werden, sonst enthalten sie Kieselerde oder Thonerde. Das auf die angeführte Weise bereitete Aetznatron enthält eine geringe Menge Kalk, den man, wo er hinderlich ist, durch Zusatz von etwas kohlens. Kali oder kohlens. Natron niederschlägt und abfiltrirt.

2) *Aetzkalk.* Man hebt ihn im *trocknen Zustande* in gut verschlossenen Glasgefässen auf. Mit destillirtem oder Regenwasser übergossen liefert er die Kalkmilch, die davon abfiltrirte Lösung ist das *Kalkwasser.* Das zuerst aufgegossene Wasser wird, weil es *kalihaltig* ist, weggeschüttet; das von neuem aufgegossene Wasser dient nach der Sättigung filtrirt als Reagenz.

3) *Aetzammoniak* $=$ $H^3N + x\,HO$; Ammoniakflüssigkeit, Salmiakgeist. Die im Handel vorkommende Ammoniakflüssigkeit dient als Reagenz. Sie muss stark nach Ammoniak riechen, farblos sein, sich beim Erhitzen vollständig verflüchtigen. Sie darf durch Chlorbaryum nicht getrübt werden, auch nicht durch oxals. Kali, endlich darf in der mit reiner Salpetersäure neutralisirten Flüssigkeit weder salpetersaures Silberoxyd noch Schwefelwasserstoff einen Niederschlag bewirken.

e) *Neutrale Chloride, saure Chloride und salzsaure Oxyde.*

1) *Chlornatrium* $= NaCl$ oder im Wasser gelöst $= (NaCl, HO) = (NaO,HCl)$. Das trockne, weisse Kochsalz, dessen Lösung frei von Kalk, Talkerde und Schwefelsäure sein muss; folglich durch oxals. Kali, phosphors. Natron-Ammoniak, und Chlorbaryum keine Trübung erleiden darf.

2) *Chlorammonium* $=$ salzsaures Ammoniak $=$ Salmiak $= H^4NCl = (H^3N, HCl)$. Der weisse sublimirte, faserig krystallinische, aussen glatte Kuchen darstellende Salmiak wird in der 4fachen Menge kaltem destillirten Wasser aufgelöst, der Auflösung eine geringe Menge Aetzammoniak zugemischt und die häufig von etwas abgeschiedenen Eisenoxyd getrübte Flüssigkeit filtrirt. Der feste Salmiak muss sich beim Erhitzen in der Glasröhre ohne Rückstand sublimiren lassen; die wässrige Auflösung darf mit Chlorbaryum oder oxals. Kali sich nicht trüben.

3) *Chlorcalcium* oder *salzs. Kalk* $= CaCl = CaO,HCl = CaCl,HO$. Man hält das geschmolzene gröblich gepulverte

Chlorcalcium ($CaCl$) in gut verstopften Gläsern vorräthig, weil es sehr leicht Feuchtigkeit aus der Luft anzieht und zerfliesst. Die wässrige Auflösung des Chlorcalciums oder den salzsauren Kalk bereitet man sich durch Auflösen von guter weisser Kreide in verdünnter reiner Salzsäure, Filtriren der Auflösung, Vermischen mit etwas Aetzammoniak bis zur alkalischen Reaktion, 24stündiges Stehenlassen in flachen offenen Gefässen, Filtriren, Eindampfen in der Porzellanschale bis zur Trockne und Wiederauflösen in destillirtem Wasser.

4) *Chlorbaryum* = $BaCl, 2HO$ oder *salzsaurer Baryt* = $BaO,HCl + HO$. Das Chlorbaryum des Handels löst man in der 24fachen Gewichtsmenge destillirtem Wasser auf. Die wässrige Auflösung muss mit hinreichender Menge reiner Schwefelsäure vermischt, einen pulverigen weissen Niederschlag von schwefelsaurem Baryt geben und die davon abfiltrirte Flüssigkeit darf beim Verdampfen keinen Rückstand hinterlassen.

Die wässrigen Lösungen des Chlornatriums, Chlorammoniums, Chlorcalciums, Chlorbaryums müssen neutral reagiren; das mit Salmiaklösung benetzte Lacmuspapier wird beim Liegen an der Luft wegen Verlust von etwas Ammoniak schwach geröthet.

5) *Eisenchlorid* = salzsaures Eisenoxyd = ($Fe^2Cl^3 + 3HO$) = ($Fe^2O^3, 3HCl$). Das im Handel vorkommende Eisenoxydhydrat wird in heisser reiner Salzsäure gelöst, die Lösung mit so viel Wasser verdünnt, dass sie hellgoldgelbe Farbe behält und dann filtrirt. Sie muss sich durch etwas rothes Blutlaugensalz nur braun färben, aber nicht blau, sonst enthält sie etwas salzsaures Eisenoxydul oder Eisenchlorür.

6) *Zinnchlorür* = ($SnCl,HO$) = (SnO,HCl). Zinnfolie wird in einem offenen Glasfläschchen mit reiner rauchender Salzsäure übergossen und bei gelinder Wärme solange stehen gelassen, bis der grösste Theil des Zinns gelöst ist. Dann vermischt man die Lösung mit der doppelten Menge reinen Wasser, und filtrirt die Flüssigkeit von dem schwarzen Bodensatze (arsenhaltigem Zinn, Blei u. s. w.) ab. Die farblose Flüssigkeit wird in gut verstopften

Gläsern aufbewahrt. Sie muss in einer Quecksilberoxydullösung rasch einen grauen Niederschlag von metallischem Quecksilber geben; Schwefelwasserstoff bringt darin einen dunkelbraunen Niederschlag von Einfach-Schwefel-Zinn hervor. Bei längerem Aufbewahren nimmt die Auflösung Sauerstoff aus der Luft auf und verwandelt sich unter Abscheidung weisser Flocken in salzsaures Zinnoxyd oder Zinnoxydchlorid; sie taugt alsdann nicht mehr als Reagenz.

7) *Quecksilberchlorid* oder *Quecksilbersublimat* $= HgCl$. Dieses höchst giftige weisse Chlorid wird mit der 24fachen Menge reinen Wasser übergossen und die Auflösung unfiltrirt aufbewahrt.

8) *Goldchlorid* $= AuCl^3$ oder $(AuCl^3, 3HO) = (AuO^3\ 3HCl)$. Reines Gold in kleinen Stückchen wird mit Königswasser in einem Kochfläschchen übergossen und die Auflösung bei gelinder Wärme im Freien oder unter einem gut ziehenden Schornsteine bewerkstelligt. Die Flüssigkeit wird dann in der Porzellanschale unter Umrühren bis auf einen geringen Rückstand verdunstet und dieser wieder in Wasser aufgelöst. Die Goldlösung enthält salzsaures Goldoxyd. Sie muss eine schön gelbe Farbe besitzen und mit Eisenvitriol gekocht reducirtes Gold abscheiden.

9) *Platinchlorid* $= (PtCl^2, 2HO) = (PtO^2, 2HCl)$. Reines Platin in kleinen Stückchen wird in Königswasser aufgelöst und weiter behandelt wie bei der Goldlösung angegeben wurde Die goldgelbe Auflösung muss mit Salpeterlösung oder Salmiaklösung gelbe Niederschläge geben.

Die Auflösungen des Eisenchlorids, Zinnchlorürs, Quecksilber-, Gold- und Platinchlorids röthen das Lacmuspapier.

f) *Schwefelsalze.*

1) *Schwefelwasserstoff-Ammoniak*, oder *Schwefelwasserstoff-Schwefelammonium* oder *Schwefelammonium* $= (H^3N, 2HS + xHO) = (H^4NS, HS + xHO)$. Man leitet in starke Aetzammoniakflüssigkeit solange Schwefelwasserstoffgas, bis die Flüssigkeit neben dem Ammoniakgeruch einen hervorstehenden Geruch nach Schwefelwasserstoff besitzt. Die anfangs farblose Flüssigkeit nimmt beim

Aufbewahren eine goldgelbe Farbe an und ist alsdann in Zweifach-Schwefelammonium übergegangen ($= H^4NS^2 + HO$). In diesem Zustande ist sie noch als Reagenz anwendbar. Bei längerer Aufbewahrung in theilweise gefüllten, also lufthaltigen Gläsern, geht sie durch Sauerstoffaufnahme unter Abscheidung von Schwefel in farbloses, unterschwefligs. Ammoniak über. $2(H^4NS^2) + 4O = (H^4NO,S^2O^2) + S^2 + (H^3N,HO)$. Das wieder farblos gewordene Reagenz ist unbrauchbar.

g) *Cyansalze.*

1) *Kaliumeisencyanür* $= 2KCy, FeCy + 3HO$. Das gelbe Blutlaugensalz des Handels wird in der 24fachen Menge Wasser aufgelöst als Reagenz auf Eisenoxyd, und Kupferoxydsalze angewandt.

2) *Kaliumeisencyanid* $= 3KCy, Fe^2Cy^3$. Das rothe Blutlaugensalz des Handels wird in Krystallform aufbewahrt und bei jedesmaligem Gebrauch ein kleiner Krystall im Wasser aufgelöst. Die Auflösung zersetzt sich bald. Es dient hauptsächlich zur Unterscheidung des Eisenoxyduls vom Eisenoxyd.

h) *Sauerstoffsalze.*

1) *Salpetersaurer Baryt* $= BaO,NO^5$. Die wässrige Auflösung dient zur Nachweisung der Schwefelsäure in Flüssigkeiten, welche man entweder nicht mit Chlor verunreinigen will oder in denen Chlorbaryum ein vorhandenes Oxyd, namentlich Silberoxyd, Bleioxyd und Quecksilberoxydul zersetzen und als unlösliches Chlorid ($AgCl, PbCl, Hg^2Cl$) abscheiden würde.

2) *Salpetersaures Quecksilberoxydul* $= (Hg^2O, NO^5 + xHO)$. 2 Gew.-Thc. metallisches Quecksilber werden mit 1 Gew.-Th. conc. Salpetersäure und 1 Th. Wasser in einem geräumigen Glasgefässe übergossen und das Gemisch im Freien, oder unter einem gut ziehenden Schornstein bei gewöhnlicher Temperatur stehen gelassen, bis alle Entwickelung von salpetrigen Dämpfen aufgehört hat. Dann vermischt man das ausgeschiedene weisse Salz sammt der überstehenden Flüssigkeit mit der 8fachen Menge destillirtem Wasser und soviel Salpetersäure, dass eine farblose Auflösung entsteht. Das ungelöste metallische Quecksilber

lässt man am Boden des Aufbewahrungsgefässes, weil durch seine Gegenwart die Bildung von Quecksilberoxydsalz verhindert wird.

3) *Salpetersaures Quecksilberoxyd* = $(HgO, NO^5 + x\, HO)$. 1 Gew.-Th. metallisches Quecksilber wird mit seinem gleichen Gewicht Salpetersäure längere Zeit gekocht, die klare Lösung von dem ungelösten Metall abgegossen und in einer Porzellanschale bis zur Syrupsconsistenz eingedunstet. Den Rückstand löst man dann in der 10fachen Menge destillirten Wassers auf. Die Auflösung darf durch Salzsäure nicht getrübt werden, sonst hält sie noch Quecksilberoxydul.

4) *Salpetersaures Silberoxyd* = AgO, NO^5. Das im Handel vorkommende neutrale, in farblosen Blättchen krystallisirte trockne Salz löst man in der 100fachen Menge destillirten Wassers auf.

Man kann sich dasselbe bereiten durch Auflösung der kupferhaltigen Silbermünzen in Salpetersäure, Fällen der Lösung mit Kochsalzflüssigkeit, Sammeln und Auswaschen des Chlorsilbers, Schmelzen des letzteren mit der 6fachen Gewichtsmenge kohlensauren Natrons in einem hessischen Schmelztiegel und Auflösen des reducirten reinen Silbers in concentrirter Salpetersäure. Die salpeters. Silberoxydlösung wird in einer Porzellanschale zur Trockne verdunstet und der Salzrückstand in reinem destillirten Wasser gelöst.

5) *Essigsaures Bleioxyd* = $(PbO, C^4H^3O^3 + 3\, HO)$ = Bleizucker. Der im Handel vorkommende Bleizucker wird in der 12fachen Menge Wasser aufgelöst. Vermischt man diese Lösung mit etwas feinzerriebenem Bleioxyd (Silberglätte), so löst sich beim Umschütteln nach einiger Zeit ein Theil desselben auf und die filtrirte Lösung ist alsdann *Bleiessig*, oder *basisch essigsaures Bleioxyd* = $(3\, PbO, 2\, C^4H^3O^3 + x\, HO)$.

6) *Essigsaures Natron* = $(NaO, C^4H^3O^3 + 6\, HO)$. Die Auflösung des neutralen essigs. Natrons des Handels in der 10fachen Menge reinen Wassers. Sie darf nicht in grosser Menge vorräthig gehalten werden, weil sie leicht schimmelt und verdirbt. Chlorbaryum, salpeters. Silber-

oxyd, oxals. Kali und essigs. Bleioxyd dürfen darin keine Trübung, Schwefelwasserstoff keine Schwärzung hervorbringen.

7) *Schwefelsaurer Kalk* = *Gypslösung* ($CaO, SO^3 + 2\,HO + x\,HO$). Weisser Fasergyps oder zerriebener reiner dichter Gyps wird mit seinem 400fachen Gewicht destillirten Wassers übergossen und unfiltrirt stehen gelassen. Nach dem Verbrauch giesst man auf den rückständigen Gyps abermals destillirtes Wasser. Dient besonders zur Entdeckung des Baryts und Strontians.

8) *Schwefelsaure Talkerde* = *Bittersalz* = $MgO, SO^3 + 7\,HO$. Das käufliche Bittersalz in der 10fachen Menge Wasser gelöst.

Die mit *Aetzammoniak* gefällte und bis zur Wiederauflösung des Niederschlags mit *Salmiak* vermischte Bittersalzlösung dient mitunter zur Fällung der Phosphorsäure.

9) *Schwefelsaures Eisenoxydul* = *Eisenvitriol* = $FeO, SO^3 + 7\,HO$. Das reine hellgrüne Salz der Apotheken wird im trocknen, gröblich zerriebenen Zustande in gut verstopften Glasgefässen aufbewahrt und für den jedesmaligen Bedarf in frisch bereiteter wässriger Lösung angewandt.

10) *Schwefelsaures Kupferoxyd* = *Kupfervitriol* = ($CuO, SO^3 + 5\,HO$). Der reine, schön blaue Kupfervitriol des Handels wird in der 10fachen Menge Wasser gelöst. Die Auflösung darf mit überschüssigem Ammoniak nur eine tief lasurblaue Auflösuug, aber keinen Niederschlag geben, sonst ist sie eisenoxydulhaltig.

11) *Phosphorsaures Natron* = ($HO, 2\,NaO$), $^cPO^5 + 24\,HO$. Eine Auflösung des gemeinen krystallisirten phosphorsauren Natrons der Apotheken in 8 Theilen kalten Wassers. Diese Lösung darf mit Aetzammoniak vermischt beim Umrühren und Stehenlassen keine Trübung geben, sonst ist sie talkerdehaltig. Bei Anwendung des Reagenzes zur Fällung der Talkerde ist es zweckmässig, die Auflösung desselben mit Ammoniak zu vermischen, das Gemisch unter Umschütteln einige Stunden stehen zu lassen, den etwa entstandenen Niederschlag abzufiltriren, und nun erst das Filtrat als Fällungsmittel zu benutzen.

12) *Oxalsaures Kali* = *neutrales oxalsaures Kali* = KO, $\overline{O}$ + HO = KO, C^2O^3 + HO (sogen. klees. Kali). Die Auflösung des im Handel vorkommenden Salzes in 8 G.-Th. Wasser dient als Fällungsmittel und ist der Auflösung der *reinen Oxalsäure*, oder des *sauren oxals. Kalis* vorzuziehen. Die Auflösung darf das Lacmuspapier und Curcumapapier nicht verändern, salzs. Kalk, Chlorbaryum, essigs. Bleioxyd, salpeters. Silberoxyd müssen darin weisse, in verdünnter Salpetersäure auflösliche Niederschläge geben.

13) *Oxals. Ammoniak* = H^4NO,C^2O^3 + HO. Das krystallisirte Salz in der 24fachen Menge Wasser gelöst, dient als Reagenz statt des oxalsauren Kalis überall da, wo man die Verunreinigung der zu prüfenden Lösung durch Kali vermeiden will.

14) *Kohlensaures Natron* = (NaO,CO^2 + 10 HO) + x HO. Als Reagenz dient die kalt bereitete Auflösung des reinen Salzes in der 4fachen Menge Wasser.

15) *Kohlens. Ammoniak* = 2 H^4NO, 3 CO^2 + 2 HO. Das stark nach Ammoniak riechende, harte, durchscheinende Salz wird in der 10fachen Menge kalten Wassers gelöst. Das feste Salz muss in gut verkorkten Gefässen aufbewahrt werden, weil es sonst durch Verdunstung einfach kohlens. Ammoniak verliert, während pulveriges schwach riechendes zweifach kohlens. Ammoniak hinterbleibt. Es muss sich beim Erhitzen ohne Rückstand zu lassen, verflüchtigen.

Lösungsmittel.

Allgemeine Bemerkungen über Auflösung.

Die Ueberführung eines festen, starren Körpers in die tropfbarflüssige Form, ohne Aenderung seiner chemischen Zusammensetzung, geschieht entweder durch *alleinige Hinzuführung von freier Wärme*, dann heisst sie *Schmelzung*, fusio; oder sie geschieht durch die *freie Wärme eines tropfbarflüssigen Körpers*, dann heisst sie *Lösung*, *Auflösung*, *solutio*. So viele tropfbarflüssige Körper es giebt, so viele *Auflösungsmittel* sind auch gegeben; aber nicht alle Körper lösen sich in allen Lösungsmitteln. Im Allgemeinen löst ein *Lösungsmittel* oder *Menstruum* am leichtesten solche Körper, deren chemische Natur Aehnlichkeiten mit der seinigen hat. So löst *Quecksilber* die meisten übrigen Metalle, aber nicht die Verbindungen derselben mit Sauerstoff, Chlor, Schwefel u. s. w. *Terpentinöl* $= C^5H^4$ löst viele Harze, Wachsarten und andere kohlenwasserstoffreiche Körper; *Steinkohlentheeröl* $= C^nH^n$ löst das Cautchouc $= C^8H^7$; *Schwefelkohlenstoff* $= CS^2$ den Schwefel; *Aether* $= C^4H^5O$ die sauerstoffarmen Fette, z. B. Stearinsäure $= C^{68}H^{68}O^7 = C^{68}H^{66}O^5$, 2 HO; *Weingeist* $= C^4H^6O^2$, eine organische flüchtige Basis löst die meisten organischen stickstoffhaltigen Basen; *Wasser* $=$ HO löst kein Metall als solches, dagegen eine Menge Verbindungen erster Ordnung, sowohl saure als basische, als neutrale, ferner eine Menge von Verbindungen höherer Ordnung, sowohl unorganische als organische.

Wässrige Lösungen fester Körper.

Die Auflöslichkeit der festen Körper im Wasser ist höchst verschieden. ***Für ein und denselben Körper ist sie bei ein und derselben Temperatur gleich***, aber nur selten bleibt sie bei Aenderung der Temperatur dieselbe; meistens vergrössert sie sich bei Zunahme, und verringert sich bei Abnahme der Temperatur. Die Löslichkeit der Körper ändert sich auch bei gew. Temperatur, sobald ein dritter Körper hinzukommt, der entweder zum Wasser oder zum aufgelösten Körper chemische Anziehung äussert. In diesem Falle werden entweder Körper im

Wasser löslich, die vorher darin unlöslich waren, oder sie scheiden sich aus ihrer wässrigen Lösung unlöslich ab.

Grade der Löslichkeit.

Man kann *sehr leichtlösliche*, *leichtlösliche*, *weniger leichtlösliche oder ziemlich schwerlösliche*, *schwerlösliche*, *sehr schwerlösliche*, *fast unlösliche und unlösliche* Körper unterscheiden.

1) *Sehr leichtlösliche Körper* sind solche, welche höchstens ihr gleiches Gewicht Wasser von gewöhnlicher Temperatur (10°—20° C.) zur Auflösung bedürfen. Z. B. kohlens. Kali = KO,CO^2 löst sich in 0,9 Theilen Wasser von 12°6 C. und in 0,49 Gew.-Theile Wasser von 70° C. (*Osann*). Zucker löst sich in 0,333 Gew.-Thn. kalten Wassers.

2) *Leichtlösliche Körper* bedürfen mehr als 1 Gew.-Theil, aber weniger als 10 Gew.-Theile Wasser von gewöhnlicher Temperatur zur Auflösung, z. B. Kochsalz = NaCl löst sich in 2,7 Gew.-Thn. Wasser von 0° — 100° C. (*Fuchs*). Chilisalpeter = NaO,NO^5 bedarf 1,14 Gew.-Theile Wasser von 18°,5 C.; einfach schwefels. Kali = KO,SO^3 bedarf 9,3 Gew.-Theile Wasser von 18°,75 C. zur Lösung (*Karsten*). Fast alle Kali-, Natron-, Ammoniaksalze, der grösste Theil der Chloride, der salpetersauren Salze gehört hierher.

3) *Weniger leichtlösliche oder ziemlich schwerlösliche Substanzen* bedürfen mehr als 10, aber höchstens 100 Gew.-Theile Wasser von gew. Temperatur zur Lösung, z. B. Borax = $NaO, 2\,BO^3 + 10\,HO$ löst sich in 12 Theile Wasser von gew. Temperatur, chlors. Kali = KO, ClO^5 bedarf 16,7 Gew.-Theile Wasser von 15° C., Strontianhydrat = SrO,HO 50 G.-Theile kalten Wassers zur Lösung (*Bucholz*).

4) *Schwerlöslich* sind solche Körper, welche mehr als 100, aber weniger als 1000 G.-Theile Wasser von gew. Temp. zur Lösung bedürfen, z. B. Gyps = $CaO,SO^3 + 2\,HO$ erfordert 380 G.-Theile Wasser von gew. Temperatur zur Lösung, Weinstein = $KO,HO + C^8H^4O^{10}$ löst sich in 184 G.-Theilen Wasser von 20° C., Aetzkalk = CaO

bedarf 770 G.-Theile Wasser von 15°6 C. zur Lösung *(Dalton)*.

5) *Sehr schwerlösliche Körper* brauchen mehr als 1000, aber weniger als 100,000 G.-Theile Wasser von gew. Temperatur zur Auflösung, z. B, kohlens. Talkerde = 4 MgO, $3\,CO^2$ + 4 aq. löst sich in 2493 G.-Theilen kalten Wassers; kohlensaurer Kalk = CaO,CO^2 bedarf 10600 Gew.-Theile kalten Wassers *(Fresenius)*; schwefels. Strontian = SrO,SO^3, frisch gefällt, braucht 6895 G.-Theile Wasser von 14° C. *(Fresenius)*; phosphors. Baryt HO, $2\,BaO,PO^5$ löst sich in 20570 Gew.-Theile Wasser von 20° C. *(Bischoff)*; Fluorcalcium = CaF löst sich in 26540 G.-Thn. Wasser von 15° C. *(Wilson)*; Talkerde = MgO löst sich in 55368 G.-Theilen Wasser *(Fresenius)*.

6) *Fast unlöslich* sind solche Körper zu nennen, welche mehr als 100,000 mal ihr eigenes Gewicht Wasser von gewöhnlicher Temperatur zur Auflösung bedürfen z. B. Schwerspath = BaO,SO^3, welcher 141,000 Gew.-Theile kalten Wassers zur Lösung braucht *(Fresenius)*.

7) *Unlöslich* im Wasser sind die Metalle als solche; Stärkmehl ist unlöslich in kaltem Wasser, scheinbar löslich in heissem, wirklich löslich, aber unter Zersetzung, in heissem Wasser, welches freie Säuren enthält. Völlig unlöslich in kaltem, heissem und saurem Wasser ist Cellulose (ein Bestandtheil des Holzes).

Veränderung der Löslichkeit fester Körper.

Die Löslichkeit ändert sich

A) bei Zu- oder Abnahme der Temperatur des Lösungswassers;

B) beim Hinzukommen anderer Körper.

A. *Einfluss der Temperatur auf die Löslichkeit.*

Es lassen sich vier Hauptfälle unterscheiden:

1) *Das Wasser löst um so mehr von dem Körper auf, je höher die Temperatur.*

Dies ist der häufigste Fall, z. B. Chlorkalium, Salpeter, Alaun, Zucker lösen sich in um so grösserer Menge, je höher die Temperatur.

Entweder steigt dabei die Löslichkeit in einem *einfachen* Verhältniss mit der Temperatur, oder sie nimmt in einem viel *rascheren* Verhältniss zu als die Temperatur und bildet eine nach unten gewölbte Curve (*Gay-Lussac*).

a) ***Die Löslichkeit steigt in einem einfachen Verhältniss mit der Temperatur.***

100 G.-Theile Wasser von 0° C. lösen 29,23 Gew.-Theile Chlorkalium auf und bei jedem Grade Temperaturerhöhung weitere 0,2738 Gew.-Theile. 100 G.-Theile Wasser von 100° C. werden also 29,23 + 100 . 0,2738 = 29,23 + 27,38 = 56,61 G.-Theile Chlorkalium lösen.

100 G.-Theile Wasser lösen bei 0° C. 8,36 Theile schwefelsaures Kali und für jeden Grad über 0° C. weitere 0,1741 G.-Theile schwefelsaures Kali.

100 G.-Theile Wasser lösen bei 0° C. 25,76 Gew.-Theile wasserfreie schwefelsaure Talkerde und für jeden Grad Celsius darüber weitere 0,47816 G.-Theile schwefels. Talkerde.

100 G.-Theile Wasser lösen bei 0° C. 32,62 Gew.-Theile Chlorbaryum = BaCl und für jeden Grad über 0° C. weitere 0,2711 G.-Theile Chlorbaryum (*Gay-Lussac*).

Aus diesen Angaben lässt sich die Löslichkeit der erwähnten Salze für jeden Temperaturgrad über 0° C. berechnen.

b) ***Die Löslichkeit steigt in einem viel raschern Verhältniss als die Temperatur.***

Dies ist der Fall bei salpeters. und chlors. Kali, und bei salpeters. Baryt.

1 G.-Th. Kalisalpeter = KO,NO^5 löst sich bei 0° C. in 13,32, bei 18° C. in 3,45; bei 45° C. in 1,34 und bei 97° C. in 0,424 G.-Theilen Wasser (*Gay-Lussac*), oder

100 G.-Theile Wasser von 0° C. lösen 7,508 G.-Theile Salpeter; 100 G.-Theile Wasser von 18° C. lösen 28,98 Gew.-Theile Salpeter; für jeden Grad Temperaturerhöhung zwischen 0° und 18° C. lösen sich also weitere 1,193 G.-The. Salpeter (näml, $\frac{28,98-7,508}{18}$). — 100 G.-The. Wasser von 45° C. lösen 74,63 G.-The. Salpeter; für jeden Grad Temperaturerhöhung zwischen 18° und 45° C. lösen sich demnach weitere $\frac{74,63-28,98}{45-18}$ = 1,691 G.-The. Salpeter. — 100 G.-The. Wasser v. 97° C. lösen

325,8 G.-Theile Salpeter; für jeden Grad Temperaturerhöhung von $45^0 - 97^0$ C. lösen sich also weitere $\frac{235,8-74,63}{97-45} = 3,10$ G.-Theile Salpeter.

Oder: 100 G.-Theile Wasser von 0^0 C. lösen 7,508 Gew.-Theile Salpeter.

Für jeden Grad der Temperaturerhöhung zwischen 0^0 und 18^0 C. lösen sich weitere 1,193 G.-The. Salpeter als bei 0^0 C. Für jeden Grad Temperaturhöhung zwischen 18^0 C. und 45^0 C. lösen sich dagegen weitere 1,691 Gew.-Theile Salpeter als bei 18^0 C.; endlich für jeden Grad Temperaturerhöhung zwischen 45^0 und 97^0 C. lösen sich weitere 3,1 Gew.-Theile Salpeter mehr als bei 45^0 C. Die Löslichkeit steigt also beim Salpeter in einem rascheren Verhältniss als die Temperatur.

2) *Die Löslichkeit des Körpers steigt anfangs mit der Temperatur, erreicht bei einem bestimmten Temperaturgrade ihr Maximum und nimmt bei stärkerer Erwärmung wieder ab.*

Z. B. 100 G.-Theile Wasser von 18^0 C. lösen 48 Gew,-Theile krystallisirtes, zehnfach gewässertes schwefels. Natron (Glaubersalz); 100 G.-Theile Wasser von 33^0 C. lösen 322 G.-Theile Glaubersalz; endlich 100 G.-Th. Wasser von $50^0,4$ C. lösen nur noch 262 G.-Theile Glaubersalz.

Das Maximum der Löslichkeit des Glaubersalzes liegt bei 33^0 C. Eine bei dieser Temperatur gesättigte Lösung ist = $NaO,SO^3 + 15^1/_2\ HO$. Bei stärkerer Erhitzung trübt sich die gesättigte Lösung wegen Abscheidung von *wasserfreiem* Glaubersalz. Aus der bei 33^0 C. gesättigten Lösung schiesst beim Erkalten *wasserhaltiges* Glaubersalz an *(Gay-Lussac)*.

3) *Das Wasser löst bei jeder Temperatur gleichviel von dem Körper auf.*

Dieser seltene Fall findet sich z. B. beim Kochsalz. 1 G.-Th. Kochsalz löst sich in 2,78 G.-Theilen. Wasser von 0^0-100^0 C. *(Fuchs)*.

4) *Das Wasser löst in höherer Temperatur weniger Substanz auf, als bei niederer.*

Dieser seltene Fall zeigt sich beim reinen Kalk, citronens. Kalk, butters. Kalk und beim schwefels. Ceroxydul, deren in der Kälte gesättigte Lösungen beim Erhitzen einen Theil des Gelösten fallen lassen.

1 G.-Theil CaO (Aetzkalk) löst sich in 656 Gew.-Theile Wasser von 0° C.; in 752 Gew.-Theile Wasser von 15°,6 C. und in 1280 Gew.-Theilen Wasser von 100° C. (*Phillips*).

B. *Veränderung der Löslichkeit durch den Einfluss anderer Körper.*

1) *Vermehrung der Löslichkeit.*

Viele im Wasser unlösliche oder schwerlösliche Substanzen werden darin löslich oder leichter löslich auf Zusatz von Säuren oder Alkalien, oder Salzen und Doppelsalzen. Dieses rührt von der Bildung neuer chemischer Verbindungen her, welche Löslichkeit im Wasser besitzen.

Z. B. Kupferoxyd = CuO ist in reinem Wasser unlöslich, aber löslich in Wasser, welches Schwefelsäure oder Ammoniak enthält; im 2ten Falle entsteht löslicher Kupfervitriol = $CuO,SO^3 + 5\ HO$; im dritten Falle $HO, H^3N + CuO$, eine ebenfalls im Wasser lösliche Verbindung.

1 G.-Th. Gyps = $CaO,SO^3 + 2\ HO$ löst sich in 380 G.-Theilen Wasser von 15° C.; aber schon in 122 Gew.-Theilen einer gesättigten Kochsalzlösung von 15° C. Hier entsteht eine gewisse Menge leichtlöslichen Chlorcalciums und Glaubersalz neben unzersetztem Gyps und Kochsalz (*Anthon*). — Der Kali-Salpeter löst sich bei Gegenwart von salpetersaurem Kalk oder Kochsalz in grösserer Menge im Wasser auf als in reinem Wasser (*Lemery*, *Longchamp*, *Vauquelin*).

2) *Verminderung der Löslichkeit.*

Viele im Wasser gelöste Körper werden unlöslich ausgeschieden, wenn Lösungen anderer Substanzen damit vermischt werden, welche Zersetzung bewirken, oder neue Verbindungen mit den gelösten Substanzen erzeugen. Der abgeschiedene Körper heisst *Niederschlag*, *Präcipitat;* der die Fällung bewirkende Körper *Fällungsmittel.* Die meisten chemischen *Reagentien* oder Substanzen zur Entdeckung aufgelöster Körper sind Fällungsmittel.

Z. B. Gypswasser mit Weingeist vermischt, trübt sich von ausgeschiedenem Gyps, der in dem entstandenen wässrigen Weingeist unlöslich ist.

Löslichkeit einiger für die Pflanzenernährung wichtigen festen Verbindungen in Wasser von gewöhnlicher Temperatur.

1) *Ammoniakverbindungen.*

1 G.-Th. salpeters. Ammoniak (H^4NO,NO^5), löst sich in 0,502 G.-Th. Wassser von 18° C. *(Karsten).*

1 — schwefelsaures Ammoniak (H^4NO,SO^3), löst sich in 2 G.-Th. kalten Wassers *(L. Gmelin).*

1 — Salmiak, H^4NCl, (Chlorammonium) löst sich in 2,7 G-Th. Wasser von 18°,75 C. *(Karsten).*

1 — phosphors. Ammoniak ($2H^4NO, HO + {}^cPO^5$) löst sich in 4 G.-Th kaltem Wasser *(L. Gmelin).*

1 — doppelt kohlens. Ammoniak (H^1NO, $2CO^2 + HO$) löst sich in 6 Gew.-Theilen Wasser von 12°,8 C. *(J. Davy).*

Phosphorsaure Ammoniaktalkerde ist sehr schwerlöslich in reinem Wasser.

2) *Kaliverbindungen.*

1 G.-Th. kohlens. Kali (KO,CO^2) löst sich in 0,9 G.-Theilen Wasser von 12°,6 C. *(Osann).*

1 — Chlorkalium (KCl) löst sich in 3 G.-Theilen Wasser von 17°,5 C. *(Karsten).*

1 — Kalisalpeter (KO,NO^5) löst sich in 3,45 G.-Theilen Wasser von 18° C. *(Gay-Lussac).*

1 — schwefels. Kali (KO,SO^3) löst sich in 9,3 G.-Theilen Wasser von 18°,75 C. *(Karsten).*

Phosphors. Kali = ($KO,PO^5 + 2HO$) und 2fach Kieselerde Kali (KO, $2SiO$) sind leicht löslich im Wasser.

8fach Kieselerde-Kali (KO, $8SiO$) oder Wasserglas von *Fuchs* löst sich höchst langsam in kaltem, leicht in kochendem Wasser.

3) *Natronverbindungen.*

1 G.-Th. Chilisalpeter (NaO,NO^5) löst sich in 1,14 G.-Theilen Wasser von 18°,5 C. *(Kopp).*

1 — kohlensaures Natron ($NaO,CO^2 + 10$ aq.) löst sich in 2 G.-Theilen kalten Wassers *(Anthon).*

1 G.-Th. Glaubersalz (NaO, SO^3 + 10 aq.) löst sich in 2,08 G.-Thn. Wasser von 18° C. (*Gay-Lussac*).

1 — Kochsalz (NaCl) löst sich in 2,7 G.-Theilen Wasser von 0°—100° C. (*Fuchs*).

1 — phosphors. Natron (2 NaO, $^cPO^5$ + 24 aq.) löst sich in 4 G.-Thn. kalten Wassers (*Pagenstecher*).

Natürliches Harnsalz = Phosphorsalz = phosphors. Natronammoniak = (HO,H^1NO, NaO + PO^5, 8 HO) löst sich leicht im Wasser.

2fach Kieselerde-Natron (NaO, 2 SiO + 8 aq.) löst sich leicht im Wasser.

6fach — — (NaO, 6 SiO) findet sich gelöst im Wasser des Geyser auf Island.

8fach — — löst sich sehr langsam im Wasser.

4) *Kalkverbindungen.*

1 G.-Th. Chlorcalcium (CaCl, 6 HO) löst sich in 0,25 G.-Thn. Wasser von 16° C. (*L. Gmelin*).

1 — salpeters. Kalk, Mauersalpeter (CaO,NO^5 + 4 HO), löst sich in 0,25 G.-Then. kalten Wassers.

1 — Gyps (CaO,SO^3 + 2 aq.) löst sich in 122 G.-Theilen kalten mit Kochsalz gesättigten Wassers (*Anthon*).

1 — — (CaO,SO^3 + 2 aq.) löst sich in 380 G.-Theilen Wasser von gew. Temperatur.

1 — Aetzkalk (CaO) löst sich in 656 G.-Theilen Wasser von 0° C. (*Phillips*).

1 — — (CaO) löst sich in 752 G.-Theilen Wasser von 15°,6 C. (*Phillips*).

1 — kohlens. Kalk (CaO,CO^2) löst sich in 1136 G.-Theilen kohlensauren Wassers *) von 10° C. (*Lassaigne*).

1 — — Kalk (CaO,CO^2) löst sich in 1428 G.-Then. kohlens. Wasser von 0° C. (*Lassaigne*).

1 — — Kalk (CaO,CO^2) löst sich in 10600 G.-Theilen reinen kalten Wassers (*Fresenius*).

1 — — Kalk (CaO,CO^2) löst sich in 65246 G.-Thei-

*) Kohlens. Wasser, d. i. bei der entsprechenden Temperatur mit CO^2 gesättigtes Wasser.

len kalten Wassers, welches freies Ammoniak, kohlens. Ammoniak und Salmiak enthält (*Fresenius*).

1 G.-Th. Knochenasche ($3\,CaO$, $^{c}PO^{5}$) löst sich in 1333 G.-Theilen kohlensauren Wassers von 10^{0} C. (*Lassaigne*) *).

1 — — löst sich in 1510 Gew.-Theilen mit CO^{2} gesättigten kalten Wassers (*Liebig*).

1 — — bleiben in 6150 Gew.-Theilen kalten Wassers gelöst, wenn die kohlensaure Lösung zum Sieden erhitzt und erkalten gelassen wird (*Liebig*) **).

1 — natürlicher Flussspath (CaF) löst sich in 26540 G.-Theilen Wasser von 15^{0} C. (*G. Wilson*, Journ. für prakt. Chem. von *Erdmann* und *Marchand* 46. Band 2. H. S. 114.

Kieselsaurer Kalk ist unlöslich im Wasser.

5) *Talkerdeverbindungen.*

1 G.-Th. salpeters. Talkerde ($MgO, NO^{5} + 6\,HO$) löst sich in 0,5 G.-Thn. kalten Wassers (*L. Gmelin*).

1 — Chlormagnium ($MgCl + 6\,HO$) löst sich in 0,6 G.-Theilen kalten Wassers (*L. Gmelin*).

1 — Bittersalz ($MgO, SO^{3} + 7$ aq.) löst sich in 0,8 G.-Theilen Wasser von 19^{0} C. (*Anthon*).

1 — Hydromagnesit ($4\,MgO, 3\,CO^{2} + 4$ aq.) löst sich in 2493 G.-Theilen kalten Wassers (*Fyfe*).

1 — Talkerde (MgO) löst sich in 55370 G.-Theilen kalten Wassers (*Fresenius*).

Phosphorsaure Ammoniak-Talkerde löst sich ein wenig in reinem Wasser, desgl. in Wasser, welches gewisse Salze enthält; sie ist unlöslich im Wasser, worin phosphors. Natron oder phosphors. Ammoniak gelöst sind (*Berzelius*).

Kieselsaure Talkerde ist unlöslich im Wasser.

*) Journ. f. prakt. Chem. v. *Erdmann* und *Marchand*. 46. Bd. 8. H. Seite 479.

**) Ann. d. Chem. u. Pharm. 61. Bd. 1. H. S. 128.

6) *Thonerde und Kieselerde.*

1 G.-Th. Thonerdekalialaun ($KO,SO^3 + Al^2O^3, 3 SO^3 + 24$ aq.) löst sich in 13,3 G.-Theilen Wasser von $12^0,5$ C. *(Brandes).*

Reine Thonerde ist unlöslich in reinem oder kohlens. Wasser; desgl. kiesels. Thonerde oder Thon.

— wasserfreie Kieselerde (sowohl Quarz als Opal) ist unlöslich in reinem oder kohlens. Wasser.

1 G.-Th. Kieselerdehydrat löst sich in 1000 G.-Theilen Wasser? *(Kirwan)*, besonders leicht im frisch gefälltem Zustande. Die Lösung ist neutral, geschmacklos. Viele Quellwässer halten Kieselerde gelöst *).

7) *Eisen und Manganverbindungen.*

1 G.-Th. Eisenvitriol ($FeO,SO^3 + 7$ aq.) löst sich in 1,43 G.-Theilen Wasser von 15^0 C. *(Brandes).*

Kohlens. Eisenoyydul löst sich in kohlens. Wasser etwas auf; die Auflösung setzt an der Luft Eisenoxydhydrat ab.

Eisenoxydhydrat, phosphors. Eisenoxydul und Oxyd, kiesels. Eisenoxydul und Oxyd sind im Wasser und kohlens. Wasser unlöslich.

1 G.-Th. kohlens. Manganoxydul (MnO,CO^2) löst sich in 2500 G.-Theilen kohlens. Wasser von 10^0 C. *(Lassaigne;* Journ. für prakt. Chem. v. *Erdmann* u. *Marchand.* 44. Bd. 4. H. S. 247).

Manganoxydhydrat, kiesels. Manganoxyd sind im Wasser und kohlens. Wasser unlöslich.

*) Aus der wässrigen Lösung des Kieselerde-Kali wird durch salzsaures Ammoniak ein Theil der Kieselerde in gallertartigen Flocken gefällt. Dieser Niederschlag hält auch nach langem Auswaschen etwas Kali hartnäckig zurück.

In 10000 G.-Theilen des Waschwassers bleibt 1 G.-Theil kalihaltige Kieselerde gelöst. Diese Lösung wird durch Kalkwasser nach einiger Zeit flockig getrübt, wegen Bildung von kieselsaurem Kalk. *(H. Ludwig.)*

Löslichkeit einiger für die qualitative und quantitative Analyse wichtigen Verbindungen in Wasser oder Weingeist.

1) *Platinsalmiak*, *Platinchlorid-Chlorammonium* = $H^4NCl, PtCl^2$

1 G.-Th. Platinsalmiak löst sich in 80 G.-Theilen kochenden, in 150 Gew.-Theilen kalten Wassers *(Fischer)*.

1 — — löst sich bei *Abwesenheit von freier Salzsäure* in 665 G.-Theilen Weingeist von 55 Vol.-Proc.; in 1406 G.-Theilen Weingeist von 76 Vol.-Proc.; in 26535 G.-Theilen Weingeist von 97,5 Vol.-Proc. bei 15⁰—20⁰ C. *(Fresenius)*.

1 — — löst sich bei *Anwesenheit von freier Salzsäure* in 672 G.-Theilen Weingeist von 76 Vol-Proc. *(Fresenius)*.

2) *Platinchlorid-Chlorkalium* = $KCl,PtCl^2$.

1 G.-Th. Platinchlorid-Chlorkalium löst sich bei *Anwesenheit von freier Salzsäure* in 1835 G.-Theilen Weingeist von 76 Vol.-Procent;

1 — — -Chlorkalium löst sich bei *Abwesenheit von freier Salzsäure* in 1053 G.-Theilen Weingeist von 55 Vol.-Procent; in 3775 G.-Theilen Weingeist von 76 Vol.-Proc.; in 12083 G.-Theilen Weingeist von 97,5 Vol.-Proc. bei $15^0 — 20^0$ C. *(Fresenius)*.

3) *Saures weinsaures Kali* = $KO, HO + C^8H^4O^{10}$ = *Weinstein*.

1 G.-Th. Weinstein löst sich in 204 Gew.-Theilen Wasser von 19^0 C. *(Brandes und Wardenberg)*.

1 — — löst sich in 15 Gew.-Theilen Wasser von 100^0 C. *(Brandes und Wardenberg)*.

1 — — löst sich in 38 G.-Theilen Wasser von 50^0 C. (Dieselben).

4) *Vergleichung der Wirkungen des Platin-Chlorids und der Weinsäure auf Kalisalze.*

Ist *salpeters. Kali* in soviel Wasser gelöst, dass auf 1 G.-Theil Kali 205 G.-Theile Wasser kommen, so bewirkt *Platin-Chlorid* noch einen Niederschlag; bei 210 G.-Theilen Wasser nicht mehr; *Weinsäure* bewirkt noch eine Fällung bei 1 G.-Th. Kali auf 220 G.-Theile Wasser, nicht mehr bei 230 G.-Theilen Wasser *(Harting)*.

In einer Lösung von *schwefelsaurem Kali* liegt die Reaktionsgränze für *Platin-Chlorid* bei Mischungen, welche 1 G.-Th. Kali auf 200 G.-Theile Wasser enthalten; für Weinsäure bei Lösungen, worin 1 G.-Theil Kali auf 400 G.-Theile Wasser kommt *(Lassaigne)*.

Bei solchen Kalisalzen, welche durch Weingeist aus ihren Lösungen gefällt werden, ist also *Weinsäure* dem Platinchlorid als Reagenz für Kali vorzuziehen.

5) *Zweifach saures oxals. Kali* = $(KO,C^2O^3 + HO,C^2O^3) + 2HO$

1 G.-Th. desselben löst sich in 40 G.-Theilen kalten und in 6 G.-Theilen kochenden Wassers.

6) *Saures weins. Natron* = $NaO, HO, C^8H^4O^{10}$.

1 G.-Th. desselben löst sich in 9 G.-Theilen kalten Wassers.

7) *Antimonsaures Natron* = $NaO, SbO^5 + HO, 6\ aq.$

1 G.-Th. desselben löst sich in 300 G.-Theilen kalten Wassers *(Frémy)*.

8) *Schwefelsaurer Baryt* = BaO, SO^3.

1 G.-Th. desselben löst sich noch nicht vollsändig in 141,000 G.-Theilen Wasser; denn in einer gesättigten Auflösung des kohlens. Baryts in Wasser, welches Ammoniak und kohlensaures Ammoniak hält, findet sich 1 G.-Th. kohlens. Baryt auf 141000 G.-Theile Wasser und diese Lösung wird durch Schwefelsäure nach einiger Zeit getrübt *(Fresenius)*.

Nach *L. Gmelins* Handb. der Chemie löst sich 1 G.-Th. schwefels. Baryt in 43000 G.-Theilen kalten Wassers. In heissem, in Säure- oder Salmiak-, oder Kochsalz haltigem Wasser ist er nicht viel löslicher.

In concentrirter Schwefelsäure löst sich der frischgefällte schwefelsaure Baryt leicht auf. Beim Vermischen mit Wasser fällt er wieder unlöslich nieder.

9) *Kohlensaurer Baryt* = BaO,CO^2.

1 G.-Th. kohlens. Baryt löst sich in 588 G.-Theilen mit Kohlensäure gesättigten Wassers; in der Auflösung befindet sich 6fach kohlens. Baryt = $BaO,CO^2 + 5\,CO^2$ (*Lassaigne*).

1 — — — löst sich in 14137 G.-Theilen kalten Wassers (*Fresenius*).

1 — — — löst sich in 15421 G.-Theilen kochenden Wassers (*Fresenius*).

1 — — — löst sich in 141000 G.-Th. kalten Wassers, worin sich überschüssiges Ammoniak u. kohlens. Ammoniak findet (*Fresenius*).

10) *Phosphorsaurer Baryt.*

1 G.-Th. halbphosphors. Baryt = $2\,BaO,PO^5 + HO$ löst sich in 20570 G.-Th. Wass. v. 20° C. (*Bischof*).

1 — — Baryt = $2\,BaO,PO^5 + HO$ löst sich in 4362 G.-Theilen kalten Wassers, welches Ammoniak, Salmiak und Chlorbaryum enthält (*H. Ludwig*).

1 — Chlorbaryumhaltiger phosphorsaurer Baryt = $BaCl + 15\,BaO, 6\,PO^5 + 6\,aq$ löst sich in 18000 G.-Theilen kalten oder siedenden Wassers; aber schon in 3500 G.-Theilen Wasser, welches Ammoniak, Salmiak und Chlorbaryum enthält (*H. Ludwig*).

11) *Kieselfluorbaryum* = $BaF, 2\,SiF$.

1 G.-Th. desselben löst sich in 640 G.-Theilen kalten salzsäurehaltigen Wassers (*Fresenius*).

1 — — löst sich in 3600 G.-Theilen kalten reinen Wassers (*Fresenius*).

12) *Chlorbaryum* = $BaCl$.

1 G.-Th. Chlorbaryum = $BaCl$ löst sich in 3,066 G.-Theilen Wasser von 0° C. (*Gay Lussac*).

1 — — = $BaCl$ löst sich in 4857 G.-Theilen kochenden Alcohols von 99,3 Vol.-Procent (*Fresenius*).

1 G.-Th. Chlorbaryum = BaCl löst sich in 6885 G.-Theilen Alcohol von 99,3 Vol.-Procent bei 14,5° C. (*Fresenius*).

1 — — = BaCl löst sich in 8108 G.-Theilen Alcohol von 99,3 Vol.-Procent bei 14° C. (*Fresenius*).

1 — gewässertes Chlorbaryum = BaCl, 2 HO löst sich in 2,3 G.-Theilen Wasser von 15,6° C. (*Gay Lussac*).

1 — — Chlorbaryum = BaCl, 2 HO löst sich in 400 G.-Theilen kochenden absoluten Alcohols; dann um so leichter, je wässriger der Weingeist wird (*L. Gmelin*).

13) *Salpetersaurer Baryt* = BaO, NO^5.

1 G.-Th. desselben löst sich in 20 G.-Theilen Wasser von 0° C.; in 12 G.-Theilen Wasser von 15° C.; und in 2,8 G.-Theilen siedenden Wassers (*Gay Lussac*).

14) *Essigsaurer Baryt* = BaO, $C^4 H^3 O^3$ + HO.

1 G.-Th. desselben löst sich in 1,2 G.-Theilen kalten Wassers.

15) *Barythydrat.*

1 G.-Th. geglühtes Barythydrat = BaO, HO löst sich in 13 G.-Theilen Wasser von 35° C.; und in 5,6 G.-Theilen Wasser von 70° C. (*Osann*).

1 — krystallisirtes Barythydrat = BaO, HO + 8 HO löst sich in 20 G.-Theilen kalten und in 2 G.-Theilen kochenden Wassers (*H. Davy*).

16) *Strontianhydrat* = SrO, HO + 8 HO.

1 G.-Th. desselben löst sich in 50 G.-Th. kalten und in 2,4 G.-Th. kochenden Wassers (*Bucholz*).

17) *Chlorstrontium* = SrCl.

1 G.-Th. geglühtes feinzerriebenes Chlorstrontium = SrCl löst sich in 116,4 G.-Theilen Alcohol von 99,3 Vol.-Procent bei 14°,5 C. (*Fresenius*).

1 — desselben löst sich in 26,2 G.-Theilen siedenden Alcohols von 99,3 Vol.-Procent (*Fresenius*).

1 G.-Th. gewässertes Chlorstrontium = SrCl, 6 HO löst sich in 0,75 G.-Theilen kalten Wassers *(L. Gmelin)*.

1 — — Chlorstrontium = SrCl, 6 HO löst sich in 6 G.-Theilen Weingeist von 0,833 spec. Gew. bei 15° C. *(Vauquelin)*; in 24 G.-Theilen kalten Alcohols und in 19 G.-Theilen siedenden Alcohols *(Bucholz)*.

18) *Schwefelsaurer Strontian* = SrO, SO^3.

1 G.-Th. frischgefällter schwefels. Strontian löst sich in 6895 G.-Theilen Wasser von 14° C. *(Fresenius)*.

1 — — schwefels. Strontian löst sich in 9638 G.-Theilen Wasser von 100° C.

1 — — schwefels. Strontian löst sich in 11862 G.-Theilen kalten Wassers, welches freie Salzsäure und freie Schwefelsäure enthält *(Fresenius)*.

19) *Kohlensaurer Strontian* = SrO,CO^2.

1 G.-Th. desselben löst sich in 1536 G.-Theilen kochenden Wassers *(Hope)*.

1 — — löst sich in 18045 G.-Theilen reinen kalten Wassers *(Fresenius)*.

1 — — löst sich in 833 G.-Theilen mit Kohlensäure gesättigten Wassers von 10° C. Die Lösung enthält sechsfach kohlensauren Strontian = SrO, CO^2 + 5 CO^2. *(Lassaigne.)*

1 — kohlens. Strontian löst sich in 56545 G.-Theilen kalten Wassers, welches freies Ammoniak und kohlens. Ammoniak enthält. Diese Lösung wird nicht getrübt auf Zusatz von Schwefelsäure, wohl aber durch Alcohol *(Fresenius)*.

20) *Salpetersaurer Strontian* = SrO, NO^5 + 5 HO.

1 G.-Th. desselben löst sich in 5 G.-Theilen kalten und in 0,5 G.-Theilen siedenden Wassers. Der wasserfreie salpetersaure Strontian ist un-

löslich in wasserfreiem Alcohol (Unterschied vom Kalk) (*L. Gmelin*).

21) *Oxalsaurer Kalk* = $CaO,C^2O^3 + HO$. *Salpetersaurer Kalk*, in so viel Wasser gelöst, dass auf 1 Th. Kalk 25000 Th. Wasser kommen, giebt mit *einfach oxalsaurem Ammoniak* und mit *phosphorsaurem Natron* mässige, mit *kohlens. Natron* schwache, erst nach 5 Minuten eintretende Trübung; bei 50000 Th. Wasser ist die Trübung mit den ersten zwei Salzen schwach, mit dem kohlens. Natron sehr schwach und spät erscheinend; bei 100000 Th. Wasser erfolgt mit ersteren beiden Salzen nach 5 Minuten *Opalisiren*, mit kohlens. Natron nach längerer Zeit kaum merkliches Opalisiren; bei 200000, 400000 und 800000 Th. Wasser zeigt sich mit phosphorsaurem und kohlensaurem Natron nichts mehr, dagegen mit *oxalsaurem Ammoniak* nach 5, 8 bis 15 Minuten schwaches, bei der letztgenannten Verdünnung kaum merkliches Opalisiren (*Lassaigne* in *L. Gmelins* Handb. d. Chemie).

Oxalsaures Ammoniak trübt nach einigen Augenblicken eine Lösung des *salzsauren Kalks*, welche auf 1 Th. Kalk 400000 Th. Wasser enthält (*Harting*, ebendaselbst).

Nach den angegebenen Versuchen von *Lassaigne* kann man annehmen, dass nahezu 1 Million G.-Theile Wasser dazu gehören, um 1 G.-Th. oxalsauren Kalks zu lösen.

Der oxals. Kalk ist beinahe unlöslich in Essigsäure, ziemlich leichtlöslich in Salzsäure oder Salpetersäure.

22) *Salpetersaurer Kalk* = CaO,NO^5. Der salpetersaure Kalk ist leicht im Weingeist löslich (Unterschied vom Strontian).

23) Die Löslichkeit des Kalks, des Chlorcalciums (welches auch leicht im Weingeist löslich ist), des schwefelsauren, kohlensauren, phosphorsauren Kalks und des Fluorcalciums siehe bei den Löslichkeitsverhältnissen der für die Pflanzenernährung wichtigen Salze. Die Lösung des kohlens. Kalks in kohlensaurem Wasser enthält sechsfach kohlens. Kalk = $CaO,CO^2 + 5\,CO^2$ (*Lassaigne*).

24) *Phosphorsaure Ammoniak-Talkerde* = $H^4NO, 2\,MgO, {}^cPO^5 + 12\,HO$. Das Salz löst sich nicht in solchem Was-

ser, welches irgend ein phosphorsaures Salz gelöst enthält, aber ein wenig in reinem Wasser und in wässrigen Lösungen anderer Salze *(Berzelius)*.

Eine Bittersalzlösung, die nur $^1/_{200000}$ Talkerde enthält, giebt mit phosphorsaurem Ammoniak, welches mit Ammoniakflüssigkeit versetzt ist, nach 24 Stunden noch einen Niederschlag, wenn letzteres Gemisch *sehr concentrirt* ist und in gleicher Menge zugefügt wird; ist es aber *verdünnt* und wird es in *kleiner Menge* zugefügt, so zeigt es nicht einmal $^1/_{1000}$ Talkerde an *(Harting* in *L. Gmelins* Handb. d. Chemie).

25) Die Löslichkeit der Talkerde, der kohlensauren, salpetersauren, schwefelsauren und salzsauren Talkerde siehe bei den Löslichkeitsverhältnissen der für die Pflanzenernährung wichtigen Verbindungen.

26) *Bleioxyd* = PbO.

1 G.-Th. Bleioxyd löst sich in 10000 bis 12000 G.-Theilen reinen Wassers *(Ph. Yorke)*.

1 — — löst sich in 70000 G.-Theilen reinen Wassers *(Bonnsdorf)*.

27) *Kohlensaures Bleioxyd* = PbO,CO^2.

1 G.-Th. frischgefälltes kohlens. Bleioxyd löst sich in 50551 G.-Theilen Wasser, welches ein wenig *essigsaures Ammoniak* und ausserdem *kohlensaures Ammoniak* nebst freiem *Ammoniak* enthält; oder in 23450 G.-Theilen und weniger Wasser, welches viel *salpetersaures Ammoniak*, ausserdem etwas essigsaures, kohlensaures und freies Ammoniak enthält. Die Lösung giebt mit Schwefelwasserstoff beim Durchsehen durch den Probecylinder eine kaum bemerkbare, von oben herunter gesehen eine deutlich bemerkbare Bräunung; nach längerem Stehen setzen sich Spuren von Schwefelblei ab *(Fresenius)*.

1 — kohlensaures Bleioxyd löst sich in 7144 G.-Theilen kohlensauren Wassers von 10° C. Die Lösung wird getrübt durch Gyps, Bit-

tersalz, Glaubersalz, welche schwefels. Bleioxyd fällen (*Lassaigne*).

28) *Oxalsaures Bleioxyd* $= PbO,C^2O^3$. Verhält sich gegen Wasser, welches essigs. Ammoniak, kohlens. Ammoniak und freies Ammoniak enthält, wie kohlens. Bleioxyd (*Fresenius*).

29) *Schwefelsaures Bleioxyd* $= PbO,SO^3$.

1 G.-Th. desselben löst sich in 22816 G.-Theilen Wasser von 11° C. Die Lösung wird durch Schwefelwasserstoff deutlich gebräunt.

1 — — löst sich in 36504 G.-Theilen Wasser, welches freie Schwefelsäure und freie Essigsäure enthält; desgl. in Wasser worin neben freier Schwefelsäure sich Ammoniaksalze finden, in diesem jedoch schwieriger (etwa in 40000 bis 50000 G.-Th. Flüssigkeit). Schwefelwasserstoff bewirkt keine merkliche Färbung darin.

30) *Kohlensaures Zinkoxyd*.

1 G.-Th. frisch und heiss gefälltes basisch kohlens. Zinkoxyd $= 5\,ZnO.2\,CO^3 + 3\,HO$ (worin 74 Proc. Zinkoxyd vorkommen) löst sich in 44642 G.-Theilen Wasser. Die Lösung giebt auch nach längerm Stehen mit Schwefelammonium keine Trübung (*Fresenius*).

1 — basisch kohlens. Zinkoxyd löst sich in 1428 G.-Th. kalten kohlensauren Wassers (*Lassaigne*).

31) *Gewässertes kohlensaures Kupferoxyd*.

1 G.-Th. desselben löst sich in 3333 G.-Theilen kalten kohlensauren Wassers (*Lassaigne*).

32) *Kohlensaures Silberoxyd* $= AgO,CO^2$.

1 G.-Th. desselben löst sich in 961 G.-Theilen kohlensauren Wassers von 10° C. (*Lassaigne*).

Wirkung der einzelnen Lösungsmittel auf unorganische Substanzen.

1) *Wasser.*

A. *Leicht oder ziemlich leicht lösliche Substanzen.*

a) *Elementarmassen:* Chlor, Brom, Jod, Sauerstoffgas, Stickgas, Wasserstoffgas, Kalium, Natrium (beide letztere zwar nicht als solche, aber unter Wasserzersetzung als Kali oder Natron löslich);

b) *Oxyde und Oxydhydrate. Säuren:* Kohlensäure, schweflige Säure, Phosphorsäure, Salpetersäure, Borsäure, arsenige und Arsensäure, Oxalsäure, Ameisensäure, Essigsäure. — *Basen:* Kalihydrat, Natronhydrat, Kalk und Kalkhydrat (schwer löslich), Barythydrat.

c) *Chloride*: Chlorammonium (Salmiak), Chlorkalium, Chlornatrium, Chlorbaryum, Chlorstrontium, Chlorcalcium, Chlormagnium; Chlorwasserstoff (Salzsäure), Quecksilberchlorid (Quecksilbersublimat), Eisenchlorid, Goldchlorid, Platinchlorid, Zinnchlorür und Zinnchlorid;

d) *Bromide:* Bromkalium, Bromnatrium, Brommagnium, Bromwasserstoff und andere.

e) *Jodide:* Jodkalium, Jodnatrium, Jodmagnium, Jodwasserstoff und andere.

f) *Sulfide:* Schwefelkalium, Schwefelnatrium, Schwefelbaryum, Schwefelstrontium, Mehrfach-Schwefelcalcium, Schwefelammonium.

g) *Cyanide:* Cyankalium, Cyannatrium, Cyanammonium.

h) *Sauerstoffsalze:* Alle *Kalisalze*, *Natron-* und *Ammoniaksalze* mit Sauerstoffsäuren, z. B. schwefelsaure, kohlensaure, phosphorsaure, borsaure, salpetersaure, essigsaure, oxalsaure Salze dieser Basen; ferner kieselsaures Kali und Natron bei überschüssiger Basis (nur antimonsaures Natron und phosphorsaure Ammoniak-Talkerde sind schwerlöslich im Wasser; die Doppelsilicate des

Kalis und Natrons mit Thonerde und Kalk u. s. w., z. B. Glas, Porzellan, Feldspäthe, Glimmer, sind unlöslich im Wasser). Die neutralen *salpetersauren* Salze der meisten Basen z. B. salpeters. Baryt, Strontian, salpetersaures Silberoxyd, -Quecksilberoxydul, -Quecksilberoxyd. *Schwefelsaurer* Kalk (Gyps), schwefelsaure Talkerde, schwefelsaures Eisenoxydul, -Manganoxydul, -Kupferoxyd. *Essigsaurer* Baryt, Kalk, essigsaures Eisenoxydul, -Eisenoxyd, -Kupferoxyd, -Bleioxyd. -Quecksilberoxyd, -Silberoxyd.

i) *Cyansalze:* Eisencyanür-Cyankalium (gelbes Blutlaugensalz); Eisencyanid-Cyankalium (rothes Blutlaugensalz).

B. *Im Wasser unlösliche oder doch nur in sehr geringem Grade darin lösliche Substanzen.*

a) *Elementarmassen:* Schwefel, Selen, Phosphor, Kohle, Metalle und ihre Legirungen.

b) *Oxyde und Oxydhydrate:* Kieselerde (als Quarz, Opal, überhaupt als wasserfreie Kieselerde), Thonerde, Chromoxyd, Manganoxyde, Eisenoxyde und ihre Hydrate; Zinkoxyd, Wismuthoxyd, Kupferoxyde, Antimonoxyde, Zinnoxyde, Quecksilberoxyde; Bleioxyd (höchst wenig löslich in reinem Wasser), Talkerde (sehr schwer löslich). Das Kupferoxydhydrat schmeckt stark metallisch, es muss also etwas löslich in reinem Wasser sein (*L. Gmelins* Handb. d. Chemie. 4. Aufl. 3. Bd. S. 381). *Antimonoxydhydrat* löst sich ein wenig im Wasser. Die Lösung wird durch Schwefelwasserstoff gelb gefärbt und giebt auf Salzsäurezusatz einen pomeranzengelben Niederschlag von Schwefelantimon (*Berzelius* und *Capitain*). Siehe *L. Gmelins* Handb. d. Chem. 4. Aufl. 2. Bd. S. 750.

Antimonigsäurehydrat ist unlöslich im Wasser.

Antimonsäurehydrat ist etwas im Wasser löslich, gleich dem Antimonoxydhydrat (*Capitain*).

Zinnsäurehydrat löst sich höchst wenig im Wasser; das blaue Lacmuspapier wird durch das Hydrat geröthet (*Berzelius*).

Quecksilberoxyd löst sich in geringer Menge im Wasser, die Lösung schmeckt stark metallisch, bläut gerö-

thetes Lacmuspapier, wird durch Schwefelwasserstoff gebräunt.

c) *Chloride:* Chlorsilber, Halbchlorquecksilber (Calomel).

d) *Bromide:* Bromsilber, Halbbromquecksilber.

e) *Jodide:* Jodsilber, Halbjodquecksilber.

f) *Sulfide:* Alle Schwefelverbindungen der Erzmetalle (sowohl *einfache* Erzmetallsufide, z. B. Schwefelblei, Schwefeleisen, Schwefelarsen, Schwefelquecksilber, als auch complicirte Erzmetallsulfide, wie z. B. Schwefelarsen-Schwefelsilber, Schwefelantimon — Schwefeleisen).

g) *Fluoride:* Fluorcalcium (höchst wenig löslich in Wasser).

h) *Cyanide:* Cyansilber.

i) *Sauerstoffsalze:* Die *kieselsauren Salze*, mit Ausnahme des kieselsauren Kalis und Natrons sind unlöslich im Wasser; selbst die Doppelverbindungen des *kieselsauren* Kalis oder Natrons mit kiesels. Kalk, kiesels. Talkerde, -Thonerde, kiesels. Eisenoxydul und Eisenoxyd sind im Wasser unlöslich.

Die *einfach kohlensauren Salze*, mit Ausnahme des kohlens. Kalis, Natrons und Ammoniaks, sind sehr schwer oder unlöslich in reinem Wasser; in kohlensaurem Wasser löslicher, jedoch immer noch schwerlöslich sind die kohlensauren alkalischen Erden (kohlens. Baryt, -Strontian, -Kalk, -Talkerde); auch kohlens. Eisenoxydul, -Manganoxydul, -Bleioxyd, -Zinkoxyd, -Silberoxyd sind etwas löslich im kohlensauren Wasser.

Unter den *schwefelsauren Salzen* ist der *schwefelsaure Baryt* fast unlöslich im Wasser; schwefelsaures *Bleioxyd*, *schwefelsaurer Strontian*, *schwefelsaures Quecksilberoxydul* sind ebenfalls *sehr schwerlöslich*.

Die *phosphorsauren Salze* sind mit Ausnahme von phosphors. Kali, -Natron und -Ammoniak sämmtlich unlöslich oder doch sehr schwerlöslich im Wasser.

Unter den *salpeters. Salzen* sind basisch salpetersaures Antimonoxyd, -Zinnoxyd, -Bleioxyd, -Quecksilberoxyd sehr schwerlöslich im Wasser.

C) *Wasser als Fällungsmittel;* siehe bei diesen.

2) *Salpetersäure.*

A. Von den im Wasser unlöslichen oder darin sehr schwerlöslichen unorganischen Substanzen lösen sich unter Entwickelung *salpetriger Dämpfe* ($NO^2 + NO^3$) folgende in Salpetersäure:

a) *Elementarmassen: Jod* (zu Jodsäure), *Schwefel* (zu Schwefelsäure), *Selen* (zu seleniger Säure), *Phosphor* (zu phosphoriger und Phosphorsäure), *Kohle* (zu Kohlensäure, welche mit den salpetrigen Dämpfen entweicht), *Eisen* (zu salpetersaurem Eisenoxyd), *Zink* (zu salpeters. Zinkoxyd), *Blei* (zu salpetrigsauren oder salpetersaurem Bleioxyd), *Wismuth* (zu salpeters. Wismuthoxyd), *Kupfer* (zu salpeters. Kupferoxyd), *Arsen* (zu Arsensäure oder arseniger Säure), *Quecksilber* (zu salpeters. Quecksilberoxydul oder -Oxyd), *Silber* (zu salpeters. Silberoxyd).

b) *Schwefel- und Arsenmetalle:* z. B. Schwefeleisen (zu schwefelsaurem Eisenoxyd), Arsenschwefeleisen (zu schwefelsaurem oder arsensaurem Eisenoxyd), Schwefel-Kupfereisen (zu schwefels. Kupferoxyd und schwefels. Eisenoxyd).

c) *Sauerstoffärmere Oxyde:* z. B. Eisenhammerschlag, Magneteisenstein (zu salpeters. Eisenoxyd).

d) *Sauerstoffsalze:* z. B. kohlensaures Eisenoxydul (zu salpeters. Eisenoxyd).

B) Salpetersäure greift die im Wasser unlöslichen Massen an, entwickelt mit denselben *salpetrige Dämpfe*, verwandelt aber dieselben häufig in anders gefärbte Oxyde, ohne merkliche Mengen davon zu lösen.

a) *Elementarmassen: Zinn* (wird in weisses unlösliches Zinnoxyd verwandelt), (*Antimon* in unlösliche Antimonsäure und antimonige Säure).

b) *Schwefelmetalle: Schwefelantimon* (wird in lösliches saures schwefelsaures Antimonoxyd und unlösliches basisch schwefelsaures Antimonoxyd, nebst antimoniger Säure verwandelt). *Schwefelzinn* (in lösliche Schwefelsäure und unlösliche Zinnsäure). *Schwefelblei* (in sehr schwerlösliches schwefelsaures Bleioxyd).

c) *Oxyde: Antimonoxyd* (wird in unlösliche antimonige und Antimonsäure verwandelt).

C. Salpetersäure löst den im Wasser unlöslichen oder schwerlöslichen Körper auf, ohne Entwickelung *salpetriger Dämpfe*, aber unter Aufbrausen von entwickelten geruchlosen, farblosen Dämpfen:

Sämmtliche kohlensaure Salze.

D. Salpetersäure löst den im Wasser unlöslichen oder schwerlöslichen Körper ohne Brausen und ohne Entwicklung salpetriger Dämpfe auf.

a) *Oxyde:* Thonerde, Chromoxyd, Uranoxyd, Eisenoxyd, Zinkoxyd, Bleioxyd, Wismuthoxyd, Kupferoxyd, Quecksilberoxyd, Silberoxyd, Baryt, Strontian, Kalk;

b) *Sauerstoffsalze:* Alle *phosphorsauren Salze* (z. B. phosphors. Kalk, phosphors. Ammoniak-Talkerde); alle im Wasser schwerlöslichen *salpetersauren* Salze mit überschüssiger Basis; den *schwefelsauren Strontian* und das *schwefelsaure Bleioxyd* in grösserer Menge als reines Wasser, doch immer sehr unvollständig; einige kieselsauren Salze, z. B. kieselsauren Kalk.

E. In verdünnter und concentrirter Salpetersäure unlösliche Substanzen.

a) *Elemente:* Gold, Platin (und einige seltene Platinerzmetalle);

b) *Oxyde:* Quarz (aKieselerde), Zinnoxyd, Antimonsäure, antimonige Säure;

c) *Chloride:* Chlorsilber, Halbchlorquecksilber;

d) *Bromide:* Bromsilber, Halbbromquecksilber;

e) *Jodide:* Jodsilber, Halbjodquecksilber.

f) *Fluoride:* Fluorcalcium;

g) *Cyanide:* Cyansilber;

h) *Sauerstoffsalze:* Die meisten *Kieselerdeverbindungen* z. B. Feldspath, Glimmer u. s. w.; der *schwefelsaure* Baryt.

F. In verdünnter Salpetersäure unlösliche Substanzen: Kohle, Schwefel, manche Schwefelmetalle.

G. Salpetersäure als Fällungsmittel; siehe bei diesen.

3) *Salzsäure.*

A. Von dem in Wasser unlöslichen oder doch darin schwerlöslichen unorganischen Substanzen lösen sich unter Ent-

wickelung von *Wasserstoffgas* folgende Elemente: Kalium Natrium, Mangan, Eisen, Nickel, Kobalt, Zink, Zinn.

B. Alle *kohlensauren Salze* lösen sich unter Aufbrausen in wässriger Salzsäure; mit Ausnahme von kohlens. Silberoxyd, Quecksilberoxydul und Bleioxyd, welche unlösliches Chlorsilber, Halbchlorquecksilber oder schwerlösliches Chlorblei geben, während Kohlensäure unter Aufbrausen entweicht.

C. In Salzsäure lösen sich unter *Chlorentwicklung* auf. Manganoxydoxydul, Mangansuperoxyd (Braunstein).

D. In Salzsäure lösen sich die im Wasser unlöslichen Eisenoxydverbindungen zu salzsaurem Eisenoxyd auf, z. B. Eisenoxydhydrat; die unlöslichen Eisenoxydulverbindungen zu zu salzsaurem Eisenoxydul oder zu Eisenchlorür, z. B. dss kohlensaure Eisenoxydul.

E. Einige im Wasser unlöslichen Schwefelmetalle lösen sich in Salzsäure unter Entwickelung von *Schwefelwasserstoff* auf, z. B. künstliches Schwefeleisen, natürliches Schwefelantimon. Andere Schwefelmetalle sind in Salzsäure unlöslich, z. B. Schwefelblei, natürliches Schwefeleisen u. s. w.

F. Von den in Wasser und Salpetersäure unlöslichen Verbindungen sind in Salzsäure löslich: Zinnoxyd, Antimonoxyd, antimonige Säure, Antimonsäure.

G. Von den in Salpetersäure löslichen Substanzen sind in Salzsäure unlöslich: Schwefel, Selen, Phosphor, Kohle, Blei, Quecksilber, Silber, Antimon, Silberoxyd.

H. Salzsäure als Fällungsmittel; siehe bei diesen.

4) *Königswasser.*

Es dient vorzüglich zur Auflösung des Golds, Platins, vieler in Salzsäure allein oder Salpetersäure allein unlöslicher Schwefelverbindungen.

5) *Schwefelsäure.*

A. Die *concentrirte Schwefelsäure* dient vorzüglich als Aufschliessungsmittel der in Salzsäure, Salpetersäure und wässrigem kohlensauren Natron unlöslichen Thone.

B. Die *verdünnte Schwefelsäure* wird benutzt, um Zink zur Entwickelung von Wasserstoffgas, oder Schwefeleisen zur Entwickelung von Schwefelwasserstoffgas aufzulösen.

6) *Essigsäure.*

Die Essigsäure wird selten als Lösungsmittel für *feste* Substanzen, häufig dagegen als Lösungsmittel frischgefällter, hydratischer Niederschläge angewandt. *So lösen sich z. B. folgende frischgefällte Salze in Essigsäure:* alle *kohlensauren* Salze; die meisten *phosphorsauren* Salze (nur das phosphorsaure Eisenoxyd, — Bleioxyd und die phosphorsaure Thonerde sind unlöslich oder doch schwerlöslich in Essigsäure); die meisten *arsensauren* Salze (nur das arsens. Eisenoxyd und Bleioxyd sind darin unlöslich); die *oxals.* Talkerde, der *oxals.* Baryt.

Unlöslich in Essigsäure sind unter andern der oxalsaure Kalk, der oxalsaure Strontian, das oxalsaure Eisenoxydul und die obengenannten phosphorsauren und arsensauren Salze.

7) *Kalilauge.*

Sie wird sowohl als Lösungsmittel, als auch als Fällungsmittel benutzt. Folgende im Wasser unlösliche oder schwerlösliche Substanzen werden durch Kalilauge gelöst: Schwefel, Selen, Phosphor, Kieselerde (^{b}SiO) und Kieselerdehydrat (Quarz oder ^{a}Kieselerde ist unlöslich), Thonerdehydrat, Chromoxydhydrat, Zinkoxydhydrat, Bleioxydhydrat, Zinnoxydul- und Zinnoxydhydrat, Platinoxydhydrat, Antimonoxydhydrat, Antimonsäurehydrat, Antimonoxydhydrat, phosphors. Thonerde, phosphors. und schwefels. Bleioxyd, Berlinerblau.

In Kalilauge unlösliche Oxyde, siehe bei den Fällungsmitteln unter Kalilauge.

8) *Natronlauge.*

Für dieselbe gilt das Nämliche, was von der Natronlauge gesagt wurde. Nur Antimonsäurehydrat ist schwieriger löslich in Natronlauge als in Kalilauge, wegen Bildung des schwerlöslichen antimonsauren Natrons.

9) *Aetzammoniak oder Ammoniakflüssigkeit.*

Die wässrige Lösung des Ammoniaks wird sowohl als Fällungsmittel, als auch als Lösungsmittel benutzt.

A. Folgende frischgefällte hydratische (wasserhaltige), im Wasser unlösliche Verbindungen lösen sich im wässrigen Ammoniak auf, auch bei Abwesenheit von Chlorammonium: Nickeloxyd, Kobaltoxyd, Zinkoxyd, Kadmiumoxyd, Kupfer-

oxydul, Kupferoxyd, Silberoxyd, Zinnoxyd, Quecksilberoxyd (aus salpeters. Auflösung), Chlorsilber, Bromsilber, Cyansilber, phosphors. Zinkoxyd, -Kupferoxyd, phosphors. Silberoxyd, kohlens. Zinkoxyd, -Kupferoxyd, -Silberoxyd.

B. Folgende im Wasser schwer oder unlösliches frischgefällte Oxyde sind nur bei Gegenwart von Chlorammonium in Ammoniakflüssigkeit löslich: Talkerde, Manganoxydul, Eisenoxydul.

C. Die in Ammoniak unlöslichen Oxyde u. s. w., siehe unter den Fällungsmitteln bei Ammoniak.

10) *Kohlensaures Kali.*

A. Die wässrige Lösung desselben dient vorzüglich zur Aufschliessung des Gypses und schwefels. Bleioxyds. Beim Kochen dieser beiden feinzerriebenen Substanzen mit derselben bildet sich leichtlösliches schwefels. Kali und unlöslicher kohlens. Kalk oder unlösliche kohlens. Bleioxyd. Die letzteren beiden lösen sich nach dem völligen Auswaschen mit Wasser leicht in Salpetersäure. In der alkalischen Lösung kann dann die Schwefelsäure, in der salpetersauren Lösung können Kalk und Bleioxyd nachgewiesen werden.

I. $(CaO,SO^3) + (KO,CO^2) = (CaO,CO^2) + (KO,SO^3)$
schwerlöslich leichtlöslich schwerlöslich oder unlöslich leichtlöslich.

II. $(PbO,SO^3) + (KO,CO^2) = (PbO,CO^2) + (KO,SO^3)$
fast unlöslich leichtlöslich unlöslich leichtlöslich.

III. $(CaO,CO^2) + NO^5 = (CaO,NO^5) + CO^2$
leichtlöslich flüchtig.

IV. $(PbO,CO^2) + NO^5 = (PbO,NO^5) + CO^2$
leichtlöslich flüchtig.

B. Das trockne kohlens. Kali dient besonders zur Aufschliessung (oder Löslichmachung) der in Wasser, Salpetersäure, Salzsäure, Königswasser, wässrigem Kali oder Natron, wässrigem kohlens. Kali oder Natron und Ammoniakflüssigkeit unlöslichen Substanzen. Dahin sind zu zählen:

a) schwefels. Baryt und schwefels. Strontian;

b) Quarz und kiesels. Salze;

c) Viele durch vorhergegangenes Glühen unlöslich gewordene Oxyde, z. B. Thonerde, Eisenoxyd, Zinnoxyd;

d) Chlorsilber, Bromsilber, Jodsilber, Cyansilber, Fluorcalcium.

Methode der Anwendung. Man zerreibt den aufzuschliessenden Körper so fein als möglich, vermengt ihn mit seinem drei- bis sechsfachen Gewicht kohlens. Kalis und glüht ihn eine halbe Stunde lang im Platintiegel (bei Silber- oder Zinnverbindungen im Porzellan- oder hessischen Tiegel) ziemlich heftig. Der Glührückstand ist nun entweder völlig oder theilweise löslich im Wasser; der unlösliche Rückstand löst sich in Salpetersäure oder Salzsäure.

Beispiele: Aufschliessung des Schwerspaths.

(BaO,SO^3)	+ (KO,CO^2)	= (BaO,CO^2)	+ (KO,SO^3)
unlöslich in Salpetersäure	löslich im Wasser	löslich in Salpetersäure	löslich im Wasser.

Oder mit Worten: der in Salpetersäure unlösliche Schwerspath verwandelt sich beim Glühen mit kohlensauren Kali in kohlens. Baryt und seine Schwefelsäure giebt mit dem Kali ein im Wasser leichtlösliches Salz (schwefelsaures Kali). Wäscht man den Glührückstand mit Wasser, so bleibt aller kohlensaure Baryt ungelöst zurück; derselbe löst sich aber leicht in Salpetersäure auf.

Aufschliessung des Thons. Thon $= (Al^2O^3, 4\,SiO + 2\,HO)$ mit $2\,(KO,CO^2)$ geschmolzen, giebt kiesels. Kali ($=$ KO, 4 SiO) und Thonerde-Kali ($= Al^2O^3, KO$); Wasser und Kohlensäure verflüchtigen sich. Uebergiesst man den Glührückstand mit Salzsäure, dampft die saure Flüssigkeit in der Porzellanschale zur Trockne und kocht den Rückstand mit verdünnter Salzsäure, so bleibt die Kieselerde ungelöst als weisses Pulver zurück; die Thonerde löst sich in Salzsäure auf und kann aus der Lösung durch Ammoniak gefällt werden.

Aufschliessung des Flussspaths. Der in Wasser und verdünnten Säuren unlösliche Flussspath oder das Fluorcalcium $=$ CaF mit kohlens. Kali $= KO,CO^2$ geglüht, giebt im Wasser unlöslichen kohlens. Kalk $= CaO,CO^2$ und im Wasser lösliches Fluorkalium $=$ KF. Kohlens. Kalk löst sich leicht in Salpetersäure.

Aufschliessung des Chlorsilbers. Kohlens. Kali und Chlorsilber geben nach dem Glühen einen Rückstand von Chlorkalium und Silber, während Sauerstoffgas und Kohlensäure entweichen $(AgCl) + (KO,CO^2) = Ag + (KCl) + (CO^2) + O$. ♂

11) *Kohlensaures Natron (Soda).*

A. Die wässrige Lösung des kohlens. Natrons dient als Fällungsmittel für viele Basen (siehe bei den Fällungsmitteln); ferner als Lösungsmittel der *amorphen Kieselerde* (^bSiO) und der *Huminsäure* bei den Erdanalysen.

B. Das glühend schmelzende kohlensaure Natron dient zu ähnlichen Aufschliessungen wie das kohlens. Kali; sodann zu Löthrohrversuchen.

a) *Prüfung auf Mangan.* Soda auf dem Platinblech mit irgend einem Manganoxyde geschmolzen, giebt grünes mangansaures Natron.

$NaO,CO^2 + MnO^2 + O$ (der Luft) $= (NaO,MnO^3) + CO^2$ ♂.

b) *Prüfung auf Schwefel in den Schwefelmetallen.* Soda mit einem im Wasser unlöslichen Schwefelmetalle auf Kohle geschmolzen, giebt Schwefelnatrium, Metall und freie Kohlensäure. Das zurückbleibende Schwefelnatrium entwickelt mit Salzsäure übergossen Schwefelwasserstoff.

Z. B. $2\,PbS + 2\,(NaO,CO^2) + C = 2\,Pb + 2\,(NaS) + 3\,CO^2$ und $NaS + HCl = NaCl + HS$. ♂

c) *Prüfung auf Schwefel in den schwefelsauren Salzen.* Soda mit einem unschmelzbaren schwefelsauren Salze (z. B. Schwerspath, Gyps, Cölestin, schwefels. Bleioxyd) genau gemengt und auf Kohle heftig geglüht, giebt Schwefelnatrium, reducirtes Metall oder reines Metalloxyd oder kohlens. Metalloxyd und freie Kohlensäure oder Kohlenoxyd. Das zurückbleibende Schwefelnatrium, mit Salzsäure übergossen, entwickelt Schwefelwasserstoff.

Z. B. $(CaO,SO^3) + (NaO,CO^2) + 2\,C = NaS + CaO + 3\,CO^2$ ♂ und $NaS + HCl = NaCl + HS$. ♂

12) *Borax.*

Er dient zur Darstellung von gefärbten Gläsern. Beim Glühen des Boraxes entweicht zuerst das darin vorhandene Wasser, darauf schmilzt er zu einer durchsichtigen, farblosen, glas-

artigen Perle. Diese besitzt die Fähigkeit, eine grosse Menge von Metalloxyden aufzulösen und damit farblose oder gefärbte, trübe oder klare Gläser zu geben.

Z. B. $(NaO, 2BO^5 + 10HO) + Fe^2O^3 = (NaO,BO^3 + Fe^2O^3,BO^3) + \underline{10HO}$.

Die Färbung dieser Perlen siehe später bei der Prüfung auf trocknem Wege.

13) *Phosphorsalz.*

Es wird gleich dem Borax als Schmelzungsmittel benutzt.

14) *Kohlensaures Ammoniak.*

Es dient im Wasser gelöst, sowohl als Fällungsmittel (siehe bei diesen) als auch als Lösungsmittel.

Folgende im reinen Wasser entweder schwer- oder unlösliche Oxyde und Oxydhydrate lösen sich im wässrigen kohlensauren Ammoniak leicht auf: Talkerde, Chromoxydhydrat, die Hydrate von Uranoxyd, Nickeloxydul, Kobaltoxydul, Zinkoxyd, Kupferoxyd, Kupferoxydul, Silberoxyd, Zinnoxyd, Antimonoxyd und das aus salpetersaurer Lösung gefällte Quecksilberoxyd.

15) *Gelbes Schwefelammonium.*

Darin lösen sich folgende frischgefällte Schwefelmetalle auf:

a) Die auch im Wasser *löslichen* Schwefelverbindungen des Kaliums, Natriums, Baryums, Strontiums, Calciums.

b) Die im Wasser *unlöslichen* Sulfide: Schwefelantimon, gelbes Zinnsulfid, Schwefelplatin, Schwefelgold, Schwefelarsen; sämmtlich im frischgefällten Zustande.

Die im Schwefelammonium unlöslichen Schwefelmetalle siehe bei Schwefelammonium unter den Fällungsmitteln.

16) *Gelbes Schwefelkalium oder Schwefelnatrium.*

Ausser den im gelben Schwefelammonium (siehe die vorhergehende Nummer) löslichen Schwefelmetallen lösen sich noch folgende frischgefällte Sulfide im wässrigen gelben Schwefelkalium oder Schwefelnatrium: braunes Zinnsulfür, schwarzes Schwefelquecksilber.

Die im gelben Schwefelkalium unlöslichen Schwefelmetalle siehe unter dem Artikel Schwefelkalium bei den Fällungsmitteln.

17) *Chlorammonium (Salmiak).*

Im wässrigen Chlorammonium lösen sich auf: Die frischgefällten kohlensauren Salze des Baryts, Strontians, Kalks, der Talkerde, des Manganoxyduls, Eisenoxyduls, Nickeloxyduls, Kobaltoxyduls, Zinkoxyds, Kupferoxyduls und Kupferoxyds.

18) *Chlornatrium.*

Es dient in seiner wässrigen Lösung hauptsächlich zur Unterscheidung des schwefelsauren Baryts vom schwefelsauren Strontian; der letztere ist darin löslich, der erstere dagegen unlöslich.

19) *Weingeist.*

Im Weingeist sind *löslich:* Kalihydrat, Phosphorsäure, Chlornatrium, Chlorcalcium, Quecksilberchlorid, salpetersaurer Kalk.

Unlöslich im Weingeist sind: kohlensaures Kali, saurer phosphorsaurer Kalk, schwefelsaurer Kalk, salpetersaurer Strontian, schwefelsaurer Strontian, saures weinsaures Kali, Platinchloridchlorkalium.

Auf dieses Verhalten gründen sich unter andern die Trennung des reinen Kalis vom kohlensauren Kali; der Phosphorsäure vom phosphorsauren Kalk; des Gypses vom Chlorcalcium; des salpetersauren Strontians vom salpetersauren Kalk; die vollständige Fällung des Kalis aus seinen Lösungen durch Platinchlorid und Weingeist.

20) *Unterchlorigsaures Natron* NaO, ClO.

Eine wässrige Lösung desselben dient zur Unterscheidung der beim *Marsh*'schen Versuche erhaltenen metallischen Arsen- und Antimonflecken. Die letzteren sind unlöslich, die ersteren löslich im wässrigen unterchlorigs. Natron. Man bereitet sich dasselbe durch Schütteln von Bleichkalk (Chlorkalk) mit wässrigem kohlensauren Natron und Filtriren der trüben Flüssigkeit. Das Filtrat dient als Reagenz.

Wirkung der einzelnen Fällungsmittel auf gelöste unorganische Substanzen.

1) *Wasser.*

Concentrirte Lösungen des *salzsauren Antimonoxyds* werden durch Wasser weiss getrübt, die Flüssigkeit wird wieder klar auf Zusatz von Chlornatrium oder Salmiak. Die durch Wasser abgeschiedene Verbindung ist Antimonoxychlorid.

Auch die concentrirte Lösung des *salpetersauren Wismuthoxyds* wird durch Wasser weiss getrübt (indem basisch salpetersaures Wismuthoxyd niederfällt); die Trübung verschwindet auf Zusatz von Essigsäure.

2) *Salpetersäure.*

Die concentrirte Salpetersäure bewirkt in concentrirten Lösungen der Baryt- und Bleioxydverbindungen weisse krystallinische Niederschläge von salpetersaurem Baryt und salpetersaurem Bleioxyd; diese Niederschläge lösen sich auf Zusatz von Wasser völlig wieder auf.

3) *Salzsäure.*

A. Salzsäure bewirkt in den neutralen, sauren und alkalischen Lösungen des Silberoxyds, Quecksilberoxyduls, Bleioxyds und Kupferoxyduls weisse Niederschläge (von Chlorsilber, Halbchlorquecksilber, Chlorblei und Kupferchlorür). Chlorsilber und Halbchlorquecksilber sind in verdünnter Salpetersäure unlöslich; Chlorblei und Kupferchlorür lösen sich darin auf.

Z. B. $(AgO,NO^3) + HCl = (AgCl)$ ♀ $+ HO,NO^5$.

löslich im Wasser	unlöslich in Wasser u. Salpetersäure.

Gleich der Salzsäure wirken alle löslichen Chloride fällend auf die sauren Lösungen des Silberoxyds, Quecksilberoxyduls, Bleioxyds; namentlich Chlornatrium, Chlorammonium, Chlorcalcium, Chlorbaryum, Eisenchlorid, Platinchlorid, Zinnchlorür.

Das Halbchlorquecksilber löst sich in salpeters. Quecksilberoxyd auf.

B. Die sauren Lösungen der übrigen Basen werden durch Salzsäure nicht gefällt; sie ist deshalb ein ausgezeichnetes Trennungsmittel des Silberoxyds und Quecksilberoxyduls von den übrigen Basen.

4) *Schwefelsäure.*

a) Verdünnte Schwefelsäure bewirkt in neutralen, sauren und alkalischen Lösungen des Baryts einen weissen Niederschlag von schwefelsaurem Baryt, welcher im Wasser, Kochsalzflüssigkeit, Salzsäure, Salpetersäure, Aetzkali, Aetzammoniak unlöslich ist.

b) Verdünnte Schwefelsäure bewirkt in Strontianlösung einen weissen Niederschlag, der in vieler verdünnter Salpetersäure, ferner in Kochsalzflüssigkeit auflöslich ist.

c) Verdünnte Schwefelsäure bewirkt in nicht zu verdünnten Kalklösungen einen weissen Niederschlag, der im Wasser ziemlich leichtlöslich ist.

d) Verdünnte überschüssige Schwefelsäure bewirkt in Bleilösungen einen weissen Niederschlag von schwefelsaurem Bleioxyd, unlöslich in Wasser, welches viel freie Schwefelsäure hält; schwerlöslich in verdünnter Salpetersäure, leichtlöslich in Kalilauge.

e) Verdünnte Schwefelsäure bewirkt in Quecksilberoxydullösungen einen weissen Niederschlag, leichtlöslich in Salpetersäure.

f. In sauren Lösungen des Ammoniaks, Kalis, Natrons, Lithions, der Talkerde, Thonerde, Kieselerde, des Chromoxyds, Uranoxyds, der Manganoxyde, Eisenoxyde, des Kobaltoxyduls, Nickeloxyduls, Zinkoxyds, Kadmiumoxyds, Wismuthoxyds, der Kupferoxyde, des Silberoxyds, der Zinnoxyde, des Quecksilberoxyds, Goldoxyds, Platinoxyds und der Antimonoxyde bewirkt verdünnte Schwefelsäure keine Fällung.

Sie ist deshalb ein ausgezeichnetes Trennungsmittel des Baryts und Bleioxyds von den übrigen Basen.

5) *Schweflige Säure.*

Die wässrige Lösung der schwefligen Säure dient zur Abscheidung des Goldes und des Quecksilbers aus ihren sauren

Lösungen. Ferner zur Reduction der Eisenoxydlösungen zu Eisenoxydullösungen.

6) *Weinsäure.*

Sie dient zur Unterscheidung des Kalis vom Natron. Das Kali wird aus nicht zu verdünnten Auflösungen durch überschüssige Weinsäure, besonders beim Umrühren krystallinisch gefällt. Der Niederschlag ist saures weinsaures Kali. Die Natronsalze werden nur aus sehr concentrirter Lösung durch Weinsäure gefällt; der Niederschlag ist weit leichter im Wasser löslich als der Kaliniederschlag.

Auch bei Gegenwart von Kalk lässt sich die Weinsäure zur Entdeckung des Kalis benutzen, indem der saure weinsaure Kalk leichtlöslich ist.

7) *Gerbsäure oder Galläpfelaufguss* (siehe bei den Farbereagentien).

8) *Oxalsäure, oxalsaures Kali, oxalsaures Ammoniak.*

Die Oxalsäure und ihre neutralen Kali- oder Ammoniaksalze sind vortreffliche Reagentien zur Entdeckung des Strontians und Kalks.

a) *Oxalsäure* wendet man nur in solchen Flüssigkeiten als Reagenz an, in denen man ausser dem Kalk und Strontian auch Kali, Natron und Ammoniak aufsuchen will. Wo diese drei Alkalien unberücksichtigt bleiben, ist es immer besser, das *neutrale oxalsaure* Kali anzuwenden.

In Strontian- und Kalklösungen entsteht durch neutrales oxalsaures Kali sowohl in neutralen, als sauren, als alkalischen Flüssigkeiten ein weisser Niederschlag, aus sehr sauren erst beim Umrühren und bei theilweiser Neutralisation durch Ammoniak.

b) Oxals. Kalk und oxalsaurer Strontian sind in verdünnter Essigsäure unlöslich; oxalsaurer Baryt löst sich in sehr verdünnter Essigsäure beim Erwärmen auf, oxalsaure Talkerde ist leichtlöslich in Oxalsäure oder verdünnter Essigsäure, oxalsaures Kupferoxyd und oxalsaures Quecksilberoxydul sind unlöslich in Essigsäure.

c) In ammoniakkalischen Flüssigkeiten sind löslich: oxalsaures Kobaltoxydul, -Nickeloxydul, -Kupferoxyd, -Zinkoxyd, -Silberoxyd.

d) In Flüssigkeiten, welche *freies Kali oder freies Natron* enthalten, sind löslich: oxalsaure Thonerde, oxals. Zinkoxyd, -Bleioxyd, -Zinnoxydul.

e) In Flüssigkeiten, welche freies Kali, Natron oder Ammoniak enthalten, sind unlöslich: oxalsaurer Kalk, -Strontian, -Baryt; auch oxalsaure Talkerde und oxalsaures Manganoxydul (obgleich die beiden letztern nur zum Theil aus ammoniakkalischen Lösungen durch oxalsaures Kali gefällt werden).

Daraus ist ersichtlich, wie man z. B. die Gegenwart des Kalks in Zinkoxyd-, Bleioxyd-, Baryt-, Thonerde-, Talkerdelösungen durch oxalsaures Kali leicht ermitteln kann; man wird nämlich in der ammoniakalischen Zinkoxydlösung, in der kalischen Bleioxydlösung und in den verdünnten essigsäurehaltigen Lösungen des Baryts, der Thonerde und Talkerde weisse Niederschläge (von oxals. Kalk) durch oxals. Kali hervorbringen, wenn jene Oxyde mit Kalk verunreinigt waren.

9) *Schwefelwasserstoff, Schwefelammonium, Schwefelkalium und Schwefelnatrium.*

A. Die frischgesättigte Lösung des *Schwefelwasserstoffgases* in Wasser bewirkt:

a) *Weisse Trübungen oder weisse Niederschläge:* in Wasser, welches *Sauerstoffgas* absorbirt enthält (in bedeckten Gefässen nach einigem Stehen), im *Chlor*wasser, *Brom*wasser, *Jod*wasser, wässrigen Lösungen der *schwefligen* Säure, *salpetrigen* Säure, *Untersalpetersäure*, *unterchlorigen* Säure, des *Eisenchlorids*, *salpetersauren*, *schwefelsauren Eisenoxyds*, der *sauren chromsauren* Salze, der *Arsensäure* (zu Anfang der Einwirkung, später wird der Niederschlag gelb). Diese weissen Trübungen rühren von *Schwefel* her, welcher vom Wasserstoff getrennt als ein im Wasser unlösliches Pulver sich abscheidet. Z. B. $Cl + (HS) = (HCl) + S♀$; oder $(Fe^2Cl^3) + (HS) = 2\,(FeCl) + (HCl) + S♀$; oder $O + (HS) = (HO) + S♀$.

Ferner entstehen weisse Trübungen oder Niederschläge

durch Schwefelwasserstoffwasser in schwach sauren oder alkalischen Flüssigkeiten, welche *Zinkoxyd* oder *Manganoxydul* gelöst enthalten; in den sauren Lösungen dieser Oxyde auf Zusatz von *überschüssigem Ammoniak und Schwefelwasserstoff.*

b) *Gelbe Trübungen oder Niederschläge:* in den mit Wasser verdünnten *salpetersauren*, *salzsauren*, *schwefelsauren* oder *essigsauren* Lösungen der *arsenigen Säure*, der *Arsensäure* (die citrongelben Niederschläge entstehen bei letzterer erst nach längerer Einwirkung einer grössern Menge des Schwefelwasserstoffs), des *Antimonoxyds*, der *antimonigen Säure*, der *Antimonsäure* (orangegelbe Niederschläge), des *Zinnoxyds* (hellgelb), des *Kadmiumoxyds* (citrongelb).

In den *ammoniakalischen* Lösungen des *Kadmiumoxyds* bewirkt Schwefelwasserstoff ebenfalls gelbe Fällung; in den ammoniakalischen Lösungen der arsenigen Säure, der Arsensäure, des Antimonoxyds, des Zinnoxyds, entsteht durch Schwefelwasserstoff keine Fällung.

In den Lösungen der arsenigen Säure, der Arsensäure, des Antimonoxyds, der antimonigen Säure, der Antimonsäure, des Zinnoxyds entsteht bei Gegenwart von *freiem Kali oder freiem Natron* keine Fällung durch Schwefelwasserstoff.

c) *Braune oder schwarze Niederschläge oder Trübungen:* in den mit Wasser verdünnten *salpetersauren*, *salzsauren* oder *schwefelsauren* Lösungen des Bleioxyds, Wismuthoxyds, Kupferoxyduls, Kupferoxyds, Zinnoxyduls, Quecksilberoxyds, Goldoxyds, Platinoxyds (bei kleiner Menge von Schwefelwasserstoff entsteht in den Quecksilberoxydlösungen ein weisser oder gelblicher bis bräunlicher Niederschlag).

Ferner in den *salpetersauren* oder *schwefelsauren* Lösungen des Silberoxyds, der salpetersauren Lösung des Quecksilberoxyduls.

In den *essigsauren* oder in den mit *überschüssigem essigsauren Natron* vermischten salpetersauren, salzsauren und schwefelsauren Lösungen des *Kobaltoxyds* und

Nickeloxyds; desgleichen in den essigsauren Lösungen des Bleioxyds, Wismuthoxyds, des Kupferoxyduls, Kupferoxyds, Zinnoxyduls, Quecksilberoxyduls, Quecksilberoxyds, Silberoxyds, Goldoxyds, Platinoxyds; diese Niederschläge sind in *überschüssiger Essigsäure unlöslich.*

In den *schwachsauren* Lösungen des essigsauren *Eisenoxyduls* und *Eisenoxyds* entsteht durch Schwefelwasserstoff ein schwarzer Niederschlag, löslich in überschüssiger Essigsäure.

In den *ammoniakalischen Lösungen* des Kupferoxyduls, Kupferoxyds, Quecksilberoxyds, Silberoxyds, Kobaltoxyds, Nickeloxyds, Eisenoxyduls.

In den Lösungen des Bleioxyds bei Gegenwart von freiem Kali oder Natron.

Die weissen Niederschläge, welche Aetzkali oder Aetzammoniak in den Lösungen des Bleioxyds, Wismuthoxyds, Zinnoxyduls hervorbringen, werden auf Zusatz von Schwefelwasserstoff geschwärzt; desgl. die braunen Niederschläge des Eisenoxyds, des Silberoxyds, die blauen Niederschläge des Kupferoxyds und Kobaltoxyds, die gelben des Quecksilberoxyds und Kupferoxyduls, die grünen des Nickeloxyds.

d) *Keine Trübung*, *keine Fällung*, *keine Färbung*: im reinen Wasser; in den wässrigen Lösungen des Ammoniaks, Kalis, Natrons, Lithions, Baryts, Strontians, Kalks, der Talkerde, der Kieselerde; der Kohlensäure, Oxalsäure, Essigsäure, Ameisensäure, des Fluorwasserstoffs, Chlorwasserstoffs, Bromwasserstoffs, Jodwasserstoffs, der Salpetersäure, Schwefelsäure, Borsäure, Phosphorsäure, des Cyanwasserstoffs, Eisencyanürcyanwasserstoffs, Eisencyanidcyanwasserstoffs; in neutralen, sauren, alkalischen Lösungen von Verbindungen der genannten Basen und Säuren unter einander; in den salpetersauren, salzsauren, schwefelsauren, essigsauren Lösungen der Thonerde, des Chromoxyds und Uranoxyds.

e) Die Niederschläge, welche Schwefelwasserstoff in den Lösungen vieler Säuren, Basen und Salze bewirkt, sind (mit Ausnahme der unter a bemerkten Fälle) *Schwefelmetalle.* Ihre Entstehung erhellt aus der Formel $MO + HS = MS + HO$, worin M irgend ein Metall bedeutet,

welches mit Schwefel eine im Wasser, oder in Säuren, oder in Alkalien unlösliche Verbindung eingehen kann.

B. Das *Schwefelammonium* oder die gesättigte Lösung des Schwefelwasserstoffs in wässriger Ammoniakflüssigkeit ist anfangs farblos, färbt sich jedoch durch Einwirkung der Luft bald gelb. Dieses gelbe Schwefelammonium wird durch jede freie Säure zerlegt; es entwickelt sich Schwefelwasserstoff und weisser oder gelblich weisser Schwefel scheidet sich ab; das Gemisch ist milchig trübe und wird auch beim Filtriren nicht völlig klar. *Bei Anwendung des gelben Schwefelammoniums ist deshalb jede freie Säure vorher durch Ammoniak abzustumpfen, weil sonst Täuschungen entstehen können.*

a) *Gelbes Schwefelammonium* bewirkt in der mit Ammoniak im Ueberschuss vermischten klaren Lösung einen Niederschlag oder löst den durch Ammoniak hervorgebrachten Niederschlag nicht wieder auf, bei Gegenwart von Thonerde, Chromoxyd, Uranoxyd (diese 3 Oxyde werden durch Aetzammoniak oder Schwefelammonium als solche gefällt, weil sie im Wasser unlöslich sind und bei Gegenwart von Wasser den Schwefelwasserstoff nicht zerlegen können), Manganoxydul, Eisenoxydul, Eisenoxyd, Nickeloxyd, Kobaltoxyd, Zinkoxyd, Kadmiumoxyd, Bleioxyd, Wismuthoxyd, Kupferoxydul, Kupferoxyd, Silberoxyd, Zinnoxydul, Quecksilberoxydul, Quecksilberoxyd (die Niederschläge sind Schwefelmetalle).

b) *Gelbes Schwefelammonium* löst den durch Ammoniak bewirkten Niederschlag wieder auf, bei Gegenwart von Antimonoxyd, antimoniger Säure, Antimonsäure, Platinoxyd, Goldoxyd, Zinnoxyd.

c) *Gelbes Schwefelammonium* bewirkt in der mit Ammoniak im Ueberschuss vermischten klaren Lösung keine Fällung bei Gegenwart von Arsensäure, arseniger Säure, Alkalien (Lithion, Kali, Natron), Erdalkalien (Baryt, Strontian, Kalk, Talkerde); in den Ammoniaksalzen der Salpetersäure, Schwefelsäure, Salzsäure, Kohlensäure, Phosphorsäure und überhaupt in den Alkali- und Erdalkalisalzen derjenigen Säure, welche auch durch Schwefelwasserstoff nicht gefällt werden.

C. *Schwefelkalium* (mehrfach Schwefelkalium, gelbgefärbtes) entsteht, wenn gelbes Schwefelammonium mit Kalilauge vermischt wird. $(H^4NS^2) + KO = HO + H^3N + KS^2$. Dieses ammoniakhaltige gelbe Schwefelkalium wirkt mit wenig Ausnahmen wie das gelbe Schwefelammonium. Die Ausnahmen sind:

a) Das durch Ammoniak gefällte Zinnoxydul wird auf Zusatz von gelbem Schwefelammonium und Kalilauge beim Erwärmen gelöst.

b) Die durch Ammoniak gefällten Oxyde des Quecksilbers (Quecksilberoxydul- und Quecksilberoxyd) werden auf Zusatz von Schwefelammonium und Aetzkali wieder gelöst.

D. *Schwefelnatrium* (mehrfach Schwefelnatrium, gelbgefärbtes) entsteht, wenn gelbes Schwefelammonium mit Natronlauge gemischt wird.

$$(H^4NS^2 + NaO = HO + H^3N + NaS^2.$$

Diese Mischung wirkt dem gelben ammoniakhaltigen Schwefelkalium ähnlich.

10) *Kalilauge und Natronlauge.*

A. Folgende Verbindungen werden durch Kali aus ihren neutralen oder sauren Auflösungen gefällt und im Ueberschuss des Kalis nicht gelöst:

a) *Weisse Niederschläge:* Baryt, Kalk, Strontian (alle drei nur aus concentrirter Lösung), Talkerde, Kadmiumoxyd, Wismuthoxydhydrat; phosphorsaurer Kalk, -Baryt, -Strontian, phosphorsaure Talkerde, oxalsaurer Kalk.

b) *Gefärbte Niederschläge* und zwar *gelbe:* Uranoxyd, Kupferoxydul, Quecksilberoxyd, Goldoxyd; *braune:* Manganoxydul (anfangs weiss, dann an der Luft dunkelbraun werdend), Eisenoxydul (anfangs weiss, schnell grün, zuletzt rothbraun), Eisenoxyd (sogleich rothbraun), Silberoxyd (hellbraun); *schwarze:* Quecksilberoxydul; *blaue:* Kobaltoxyd (röthlichblau), Kupferoxydhydrat (lasurblau), beim Kochen mit Kalilauge sich schwärzend, wegen Uebergang des Kupferoxydhydrats in reines Kupferoxyd; *grüne:* Nickeloxydhydrat, Eisenoxydulhydrat (nur anfangs graugrün, bald braun werdend).

B. Die Oxyde und Oxydsalze, welche durch Kalilauge gefällt und im Uebermaasse derselben wieder gelöst werden, siehe bei Kalilauge als Lösungsmittel.

Die *Natronlauge* wirkt der Kalilauge ähnlich.

11) *Ammoniakflüssigkeit.*

Sie wirkt als Fällungs- und als Lösungsmittel.

A. Folgende Verbindungen werden aus ihren neutralen oder sauren Auflösungen durch Ammoniakflüssigkeit gefällt und in einem Ueberschuss des Ammoniaks nicht wieder gelöst, auch nicht durch Chlorammonium:

a) *Als weisse Niederschläge*: Thonerde, Kieselerde, Bleioxyd, Wismuthoxyd, Zinnoxydul, Quecksilberoxydul; phosphorsaurer Baryt, -Strontian, -Kalk, -phosphors. Talkerde, phosphors. Thonerde; oxals. Kalk.

b) *Als gefärbte Niederschläge* und zwar *gelb:* Uranoxyd, Goldoxyd, Platinoxyd, phosphors. Eisenoxyd (gelblichweiss); *braun:* Eisenoxyd, Eisenoxydul (anfangs graugrün, endlich an der Luft rothbraun), Manganoxyd; *schwarz:* Quecksilberoxydul; *graublau:* Chromoxyd.

B. Die durch Ammoniak fällbaren, aber im Ueberschuss desselben löslichen Verbindungen siehe bei Ammoniak unter den Lösungsmitteln.

12) *Kalkwasser.*

A. Durch überschüssiges Kalkwasser werden folgende Basen aus ihrer wässrigen oder sauren Lösungen nicht gefällt: Ammoniak, Kali, Natron, Lithion, Baryt, Strontian, Kalk. Alle übrigen Basen werden gefällt. In den Auflösungen des kohlens. Baryts, -Strontians und kohlens. Kalks in freier Kohlensäure bewirkt Kalkwasser ebenfalls Niederschläge.

B. Folgende Säuren werden durch überschüssiges Kalkwasser aus ihren Lösungen als Kalkverbindungen gefällt:

Fluorwasserstoff, schweflige Säure, Schwefelsäure (nur aus concentrirter Lösung), Jodsäure, Phosphorsäure, Borsäure, Kieselsäure, Kohlensäure, Oxalsäure, Arsensäure, arsenige Säure, Antimonsäure, Chromsäure.

C. Folgende Säuren werden durch Kalkwasser *nicht* niedergeschlagen:

Salpetersäure, Chlorsäure, unterchlorige Säure, Bromsäure, unterschweflige Säure, Salzsäure, Bromwasserstoff, Jodwasserstoff, Cyanwasserstoff, Eisencyanür-Cyanwasserstoff und Eisencyanid - Cyanwasserstoff.

13) *Chlorcalcium und salpetersaurer Kalk.*

Beide Reagentien dienen hauptsächlich zur Entdeckung der Oxalsäure und Flusssäure und ihrer Salze, indem diese beiden Säuren mit Kalk oder Calcium Verbindungen geben, unlöslich in Essigsäure (oxals. Kalk) oder unlöslich in Essigsäure und Salpetersäure (Fluorcalcium).

$$CaCl + (C^2O^3, HO) = HCl + \underline{CaO,C^2O^3} ♀.$$
$$(CaO,NO^5) + (C^2O^3,HO) = (HO,NO^5) + \underline{CaO,C^2O^3} ♀.$$
$$CaCl + HF = \underline{CaF} ♀ + HCl.$$
$$(CaO,NO^5) + HF = \underline{CaF} ♀ + (HO,NO^5).$$

Das Chlorcalcium wird in solchen Lösungen angewandt, welche frei sind von Silberoxyd-, Quecksilberoxydul-, oder Bleioxydsalzen, denn in diesen entsteht auch ein unlöslicher Niederschlag von Chlorsilber, Quecksilberchlorür, oder ein schwerlöslicher Niederschlag von Chlorblei durch Chlorcalcium. Zur Nachweisung der Oxalsäure oder Flusssäure in Flüssigkeiten, welche Silberoxyd, Quecksilberoxydul oder Bleioxyd enthalten, dient salpetersaurer Kalk.

Die phosphorsauren, schwefelsauren und kohlensauren Salze geben mit Chlorcalcium oder salpetersaurem Kalk Niederschläge, löslich in Essigsäure.

14) *Chlorbaryum, salpetersaurer Baryt und essigsaurer Baryt.*

a) Sie sind die besten Entdeckungsmittel der freien oder der an Basen gebundenen *Schwefelsäure*, mit welcher sie weissen pulverigen *schwefelsauren Baryt* (Schwerspath) erzeugen, welcher in Wasser, verdünnten Säuren (Essigsäure, Salzsäure, Salpetersäure, Schwefelsäure), reinen wässrigen Alkalien (Ammoniak, Kali, Natron) in *Chloriden* (Chlorammonium, Chlorkalium, Chlornatrium) und *Salzen* (salpetersaurem, essigsaurem Kali, Natron, Ammoniak) unlöslich oder doch nur in höchst geringen Mengen löslich ist.

Zur Entdeckung der Schwefelsäure in Lösungen, welche gleichzeitig Bleioxyd, Silberoxyd oder Quecksilberoxydul enthalten, dient der salpetersaure oder essigsaure Baryt; in allen übrigen Fällen wendet man das Chlorbaryum an.

b) In den Lösungen der *Chromsäure* und ihre Salze bewirkt Chlorbaryum oder salpetersaurer oder essigs. Baryt einen in Essigsäure unlöslichen, in Salpetersäure löslichen gelben Niederschlag von chromsaurem Baryt.

c) In den Lösungen der *kohlensauren*, *phosphorsauren*, *arsensauren*, *borsauren*, *schwefligsauren*, *flusssauren*, *kieselsauren* Salze entstehen durch Chlorbaryum oder essigsauren oder salpetersauren Baryt weisse Niederschläge, welche leicht in Salzsäure oder Salpetersäure auflöslich sind.

15) *Eisenchlorid, essigsaures Eisenoxyd und schwefelsaures Eisenoxydul.*

a) *Eisenchlorid* ist eins der empfindlichsten Reagentien auf Eisencyanürcyanwasserstoff und lösliche Eisencyanürcyanmetalle, z. B. Eisencyanürcyankalium; es bewirkt nämlich in den sauren Auflösungen dieser Verbindungen einen blauen Niederschlag (von Eisencyanürcyanid oder Berlinerblau).

b) Ein Gemisch aus *Eisenchlorid* und *überschüssigem essigsauren Natron* besitzt braunrothe, bis gelbrothe Farbe; es besteht aus essigsaurem Eisenoxyd, Chlornatrium und essigs. Natron, und dient zur Entdeckung der gemeinen Phosphorsäure ($^{c}PO^{5}$) und der Pyrophosphorsäure ($^{b}PO^{5}$), indem es mit diesen Säuren oder ihren Salzen weisse bis gelblichweisse Niederschläge giebt, die in Essigsäure höchst schwer löslich sind. Bei Anwendung dieses Gemisches als Reagenz auf Phosphorsäure muss ein Ueberschuss desselben, sowie die Gegenwart von zu vieler freier Säure vermieden werden, weil diese den Niederschlag wieder auflösen. Aehnliche Reaktionen zeigt die Arsensäure, welche mit essigsaurem Eisenoxyd einen weissen, in Essigsäure sehr schwerlöslichen Niederschlag giebt.

c) *Eisenvitriol* (schwefelsaures Eisenoxydul) ist ein empfindliches Reagenz für Eisencyanid-Cyanmetalle, mit deren sauren Lösungen es blaue Niederschläge (Berlinerblau) erzeugt.

d) Wässrige *Eisenvitriollösung* besitzt eine hellbläulichgrüne Farbe, mit Stickoxydgas in Berührung nimmt die Lösung eine dunkelbraungrüne Farbe an; beim Erhitzen entweicht Stickoxydgas und es bleibt eine grüngelbe Lösung des Eisenvitriols zurück. Dieses Verhalten macht die Eisenvitriollösung zu einem der empfindlichsten Reagentien für Salpetersäure. Kommt diese nämlich in concentrirter Form mit Eisenoxydul in Berührung, so giebt sie Sauerstoff an dasselbe ab, wird dabei zu Stickoxyd reducirt und dieses bildet mit unverändertem Eisenvitriol eine grüne Lösung.

$$7\,(FeO, SO^3) + (KO, NO^5) + (SO^3, HO) = (KO, SO^3) + 3\,(Fe^2O^3, 2\,SO^3) + \underbrace{(FeO, SO^3 + HO, NO^2)}_{\text{dunkelbräunlichgrün}}.$$

e) *Eisenvitriollösung* dient auch zur Nachweisung der Blausäure (des Cyanwasserstoffs). Mischt man eine Blausäurelösung mit etwas Eisenvitriollösung und überschüssigem Kali, lässt die Mischung unter öfterem Umrühren $^1/_4$ Stunde lang stehen und säuert alsdann das Ganze mit Salzsäure an, so erhält man eine von *Berlinerblau* gefärbte Flüssigkeit.

16) *Kaliumeisencyanür.*

A. Bei Anwendung des *Kaliumeisencyanürs* als Reagenz auf Eisenoxydverbindungen, mit welchen es *dunkelblaue* Niederschläge bildet, hat man folgende Vorsichtsmassregeln zu beobachten:

a) die zu prüfende Lösung muss zwar *sauer* reagiren, sie darf aber nicht zu concentrirt sein und nicht zu viel überschüssige Säure enthalten; am besten ist es, dieselbe mit etwas Salzsäure anzusäuern.

b) Man darf das Gemisch nicht zu lange stehen lassen, weil alsdann in Folge einer Selbstentmischung des Kaliumeisencyanürs kleine Mengen von Berlinerblau gebildet werden, besonders bei Gegenwart von freiem Chlor, oder von Unter-

salpetersäure; entsteht also einige Augenblicke nach der Vermischung in der sauren Flüssigkeit keine Bläuung, so kann man auf die Abwesenheit des Eisenoxyds schliessen.

B. Das *Kaliumeisencyanür* bewirkt: *weisse* Niederschläge in schwach sauren Lösungen, welche Manganoxydul, Zinkoxyd, Kadmiumoxyd, Bleioxyd, Wismuthoxyd, Silberoxyd, Zinnoxydul, Zinnoxyd, Quecksilberoxydul enthalten. Die weisse Farbe der Niederschläge erscheint nur bei geringem Zusatz des gelbgefärbten Reagenzes; bei Zusatz von überschüssigem Reagenz erscheinen die Niederschläge gelb, weil sie sich in einer gelben Flüssigkeit befinden.

Grüne Niederschläge in schwachsauren Lösungen des Nickeloxyduls (grünlichweiss), Kobaltoxyduls (bläulichgrün); aber auch solche Metalloxyde, welche durch Kaliumeisencyanür weiss gefällt werden, erscheinen grün, wenn sie Spuren von Eisenoxyd beigemengt enthalten, welches mit den Reagenz Berlinerblau liefert. Aus dem Gemisch des gelben Reagenzes mit der kleinen Menge Berlinerblau entsteht eine grünliche Färbung.

Rothe Niederschläge in den sauren Lösungen des Kupferoxyduls (beim Stehen an der Luft), des Kupferoxyds und des Uranoxyds.

Keine Fällungen in den Lösungen des Kalis, Natrons, Ammoniaks, Baryts, Strontians, Kalks und der Talkerde. Nur die concentrirten Barytsalzlösungen werden gelblich gefällt.

Die Niederschläge, welche das Kaliumeisencyanür in Metalloxydlösungen bewirkt, sind Cyansalze, z. B.

$2(CuO,SO^3) + (2\ KCy,\ FeCy) = (2\ \underline{CuCy, FeCy})$ ♀ +
$2(KO,SO^3)$ (siehe ausserdem den Artikel Kaliumeisencyanür bei den Farbereagentien).

17) *Zinnchlorür.*

Zinnchlorür ist ein empfindliches Reagenz auf *Gold*, *Platin*, *Quecksilber* und auf *schweflige Säure.*

a) In Lösungen des *Goldchlorids* bewirkt Zinnchlorür einen braunrothen Niederschlag von metallischem Gold; in verdünnten Goldlösungen nur eine purpurrothe oder violette Färbung.

b) Aus sauren *Platinlösungen* wird durch Zinnchlorür, besonders beim Kochen, das Platin als braunrothes Metallpulver gefällt.

c) Aus sauren *Quecksilberoxydullösungen* fällt Zinnchlorür augenblicklich graues, höchst feinzertheiltes metallisches Quecksilber. Aus sauren Quecksilberoxydlösungen schlägt Zinnchlorür anfangs weisses Quecksilberchlorür nieder, dieses geht aber nach und nach in graues metallisches Quecksilber über.

Die *Wirkung des Zinnchlorürs* als Reductionsmittel des Quecksilbers erhellt aus folgender Formel: HgCl + SnCl = Hg ♀ + $SnCl^2$.

d) Schweflige Säure mit Zinnchlorür und Salzsäure in Berührung entwickelt Schwefelwasserstoffgas.

18) *Quecksilberchlorid, salpetersaures Quecksilberoxyd und salpetersaures Quecksilberoxydul.*

a) Das *Quecksilberchlorid* (der Quecksilbersublimat) ist ein negatives oder saures Chlorid, seine wässrige Lösung röthet das Lacmuspapier. Diese Lösung ist ein gutes Mittel, um positive Chloride oder Chlorbasen zu erkennen, z. B. das Chlornatrium und das Chlorkalium. Die wässrigen Lösungen der beiden letzteren Chlormetalle verhalten sich indifferent gegen blaues Lacmuspapier und gelbes Curcumapapier; dessen ungeachtet haben sie die Fähigkeit, die lacmusröthende Eigenschaft des Quecksilberchlorids aufzuheben, dasselbe also zu neutralisiren. Aus HgCl und NaCl wird (NaCl,HgCl).

b) Das *salpetersaure Quecksilberoxyd* bewirkt in neutralen *schwefelsauren* Salzen einen citrongelben Niederschlag von basisch schwefelsaurem Quecksilberoxyd, leichtlöslich in freien Säuren; in *schwefligsauren* Salzen einen weissen, in Säuren leichtlöslichen Niederschlag von schwefelsaurem Quecksilberoxydul; in *unterschwefelsauren* Salzen einen gelblichweissen; in *unterschwefligsauren* Salzen einen citrongelben, dunkelbraun und schwarz werdenden; in *pentathionsauren* Salzen einen gelblichweissen Niederschlag.

In Jodmetalllösungen oder in jodwasserstoffsauren Salzen entsteht durch salpetersaures Quecksilberoxyd ein rother

Niederschlag von Quecksilberjodid, leichtlöslich im Uebermass des Fällungsmittels und in Jodkalium oder Jodnatrium.

c) *Das salpetersaure Quecksilberoxydul* ist ein ausgezeichnetes Unterscheidungsmittel der verschiedenen Säuren des Schwefels; es bewirkt in Lösungen des *Schwefelwasserstoffs* einen schwarzen Niederschlag von Schwefelquecksilber, in verdünnter Salpetersäure unlöslich.

Unterschwefligsaure Salze werden durch salpetersaures Quecksilberoxydul ebenfalls schwarz gefällt, der Niederschlag ist Schwefelquecksilber; die filtrirte Auflösung enthält *schwefelsaures* Quecksilberoxydul nebst freier Salpetersäure. *Pentathionsäure* und *pentathionsaure* Salze werden durch salpetersaures Quecksilberoxydul citrongelb gefällt, der Niederschlag besteht aus schwefels. Quecksilberoxyd + Schwefelquecksilber; in Auflösung bleibt *Schwefelsäure* und Salpetersäure, worin der citrongelbe Niederschlag unlöslich ist.

Tetrathionsaure Salze geben mit salpeters. Quecksilberoxydul einen gelben Niederschlag, der bald schwarz wird; *trithionsaure Salze* werden dadurch sogleich schwarz gefällt; *unterschwefelsaure Salze* werden gar nicht gefällt; *schwefligsaure Salze* grau, durch Abscheidung von metallischem Quecksilber; *schwefelsaure Salze* werden weiss gefällt, als schwefelsaures Quecksilberoxydul.

d) Nächst der Silberlösung ist das salpetersaure Quecksilberoxydul das empfindlichste Reagenz für Salzsäure, Brom- und Jodwasserstoffsäure.

In *Salzsäure*lösungen bewirkt es einen weissen, in Salpetersäure unlöslichen Niederschlag von Quecksilberchlorür; in *Bromwasserstoff* einen weissen bis gelblichen in Salpetersäure unlöslichen Niederschlag von Quecksilberbromür; in *Jodwasserstoff*lösungen einen graugelben Niederschlag von Quecksilberjodür, unlöslich in Salpetersäure.

19) *Goldchlorid.*

Es dient hauptsächlich zur Entdeckung des Zinns in Auflösungen.

In *Zinnoxydul*lösungen entsteht auf Zusatz von Goldchloridlösung ein rothbrauner Niederschlag von reducirtem Gold (dieselbe Reduction bewirken aber auch schweflige Säure, phosphorige Säure, Oxalsäure und andere Körper). In sauren *Zinnoxyd*lösungen bewirkt Goldchlorid keine Fällung. In *Zinnoxydoxydul*lösungen bringt Goldchlorid (als charakteristische Reaktion für Zinn) einen purpurfarbenen Niederschlag, Cassius'schen Goldpurpur, hervor.

20) *Platinchlorid.*

Es dient als Unterscheidungsmittel des Kalis vom Natron und als Fällungsmittel für Ammoniak.

Das Platinchlorid bewirkt *in nicht zu verdünnten, schwachsauren Lösungen des Kalis, auf Zusatz von Weingeist beim Umrühren und nach einigem Stehen*, einen gelben pulverigen Niederschlag von Platinchloridchlorkalium; derselbe löst sich im Wasser, überschüssiger Säure, überschüssigem Kali ziemlich leicht auf.

In *Ammoniaksalzen* bewirkt unter eben denselben Bedingungen das Platinchlorid einen gelben, pulverigen Niederschlag von Platinchloridchlorammonium, welches sich gegen Lösungsmittel dem Kaliumplatinchlorid ähnlich verhält.

In Natronsalzlösungen bewirkt Platinchlorid keine Fällung.

21) *Kohlensaures Natron, kohlensaures Kali, kohlensaures Ammoniak.*

a) Mit Ausnahme des Ammoniaks, Kalis und Natrons werden alle Basen durch diese kohlensauren Alkalien gefällt; die Niederschläge sind entweder *einfach kohlensaure Salze*, z. B. die aus den Lösungen der alkalischen Erden gefällten Niederschläge, oder es sind $\frac{1}{2}$—$\frac{1}{3}$ u. s. w. kohlensaure Salze (oder allgemeiner, basische kohlens. Salze), wie die Niederschläge, welche in Lösungen der Erzmetalloxyde entstehen, oder endlich, es sind Oxydhydrate, wie z. B. die Fällungen aus den Lösungen der Thonerde.

b) Sind die Lösungen stark sauer und gehörig verdünnt, so wird bei Zusatz von kohlensaurem Natron bis zur beginnenden Neutralität ein Theil Kohlensäure in Freiheit ge-

setzt, bleibt aber in der Flüssigkeit zurück und wirkt lösend auf eine gewisse Anzahl der erzeugten kohlens. Salze, nämlich auf kohlens. Kalk, Baryt, Strontian, Talkerde, Manganoxydul, Eisenoxydul, Nickeloxydul, Kobaltoxydul, Quecksilberoxydul und in geringem Grade auf kohlens. Zinkoxyd, Silberoxyd und Bleioxyd.

Unlöslich im Wasser, welches freie Kohlensäure enthält, sind die Niederschläge, welche kohlens. Natron in Eisenoxyd- und Thonerdelösungen bewirkt.

Auf dieses Verhalten gründet sich eine sichere Trennungsmethode der Thonerde und des Eisenoxyds vom Manganoxydul, dem Kalk und der Talkerde.

c) Durch kohlensaures Natron werden auch einige in Säuren lösliche, aber im Wasser unlösliche Salze unverändert gefällt, namentlich oxals. Kalk, phosphors. Kalk, phosphors. Talkerde u. a.

d) Das Verhalten des kohlens. Natrons, Kalis und Ammoniaks als Lösungsmittel s. bei diesen.

22) *Essigsaures Natron.*

Es dient vorzüglich als Fällungsmittel solcher Salze, welche wohl in Salzsäure oder Salpetersäure, oder Schwefelsäure löslich sind, aber nicht in Essigsäure. Dahin gehören z. B. oxalsaurer Kalk, oxalsaurer Strontian, das oxalsaure Eisenoxydul, das phosphorsaure Eisenoxyd, -Bleioxyd, und die phosphorsaure Thonerde, das arsensaure Eisenoxyd und -Bleioxyd, das gerbsaure Eisenoxyd und -Bleioxyd; z. B. phosphorsaures Eisenoxyd in Salzsäure aufgelöst, wird durch in hinreichender Menge zugemischtes essigsaures Natron gefällt.

$$(Fe^2O^3,PO^5) + (HCl + HO) + NaO,C^4H^3O^3 =$$
$$NaCl + (HO,C^4H^3O^3) + \underbrace{(Fe^2O^3,PO^5)}_{\text{unlöslich in NaCl und Essigsäure.}}$$

23) *Phosphorsaures Natron und phosphorsaures Ammoniak.*

a) Beide Reagentien geben in den wässrigen Auflösungen der meisten Basen und ihrer Salze Niederschläge von ungefärbten oder gefärbten phosphorsauren Salzen; in

sauren Flüssigkeiten entstehen diese Niederschläge meistens erst nach Zusatz von überschüssigem Ammoniak. Alle sind wieder auflöslich in freier Salzsäure oder Salpetersäure, die meisten auch in Essigsäure. Nur in *Eisenoxyd-*, *Thonerde-* und *Bleioxyd*lösungen bewirkt *phosphorsaures Natron* bei gleichzeitiger Anwendung von *essigsaurem Natron* Niederschläge, welche in wenig freier Essigsäure sich nicht auflösen. Daher ist phosphorsaures Natron ein sehr gutes Mittel zur Entdeckung dieser Oxyde.

b) *Kali*, *Natron*, *Ammoniak* werden weder aus ihren essigsauren, noch neutralen, noch alkalischen Lösungen gefällt, weil ihre phosphorsauren Salze leicht löslich sind.

c) Kalk- und Talkerdelösungen werden durch beide phosphorsauren Salze aus ihren mit Ammoniak vermischten Lösungen gefällt; der erstere als weisser schleimiger, in Essigsäure leicht löslicher phosphorsaurer Kalk; die letztere als weisse pulverig-krystallinische, wasserhaltige, phosphorsaure Ammoniak-Talkerde.

24) *Schwefelsaurer Kalk (Gypswasser).*

Das Gypswasser ist ein gutes Unterscheidungsmittel des Baryts, Strontians und Kalks. In den mit Salpetersäure schwach angesäuerten (oder mit Ammoniak beinahe neutralisirten) Kalklösungen bewirkt es keine Fällung; in schwach sauren Baryt- oder Strontian-haltigen Flüssigkeiten bringt es beim Umrühren einen weissen Niederschlag hervor (BaO, SO^3 oder SrO, SO^3). Der schwefels. Strontian löst sich völlig klar wieder auf, wenn gesättigtes Kochsalzwasser hinzugegossen wird; der schwefelsaure Baryt ist unlöslich in Kochsalzwasser.

25) *Schwefelsaure Talkerde (Bittersalz).*

Sie dient zur Entdeckung der Phosphorsäure in den Lösungen des phosphorsauren Kalis, Natrons und Ammoniaks. Man vermischt die wässrige Bittersalzlösung mit Ammoniak, darauf mit soviel Chlorammonium, dass bei abermaligem Zusatz von Ammoniak keine Trübung mehr entsteht, giesst von dem Gemisch in die zu prüfende Lösung, rührt gut um und lässt alles ruhig stehen. Ist viel Phosphorsäure vorhanden, so ent-

steht sogleich ein weisser krystallinischer Niederschlag von phosphorsaurer Ammoniak-Talkerde; bei Gegenwart geringer Mengen von Phosphorsäure bildet sich der Niederschlag erst nach mehrstündigem Stehen.

Die zu prüfende Flüssigkeit muss immer überschüssiges Ammoniak enthalten, weil die phosphorsaure Ammoniak-Talkerde in jeder freien Säure löslich ist.

26) *Einfach essigsaures Bleioxyd (Bleizucker).*

a) Das *einfach essigsaure Bleioxyd* bewirkt Niederschläge, *welche in Wasser und Essigsäure unlöslich sind*, in Flüssigkeiten, welche Schwefelwasserstoff (Schwefelmetalle), unterschwefligsaure Salze, schweflige Säure, Jodwasserstoff (Jodmetalle), Eisencyanürcyanmetalle, Fluorwasserstoff (Fluormetalle), Schwefelsäure, Chromsäure, Oxalsäure, Arsensäure, Phosphorsäure enthalten. Die Niederschläge sind *schwarz* bei Schwefelwasserstoff (Schwefelblei), *gelb* bei Jodwasserstoff (Jodblei) und Chromsäure (chromsaures Bleioxyd), weiss bei den übrigen*).

b) In neutralen oder alkalischen Flüssigkeiten, welche *Chlorwasserstoff*, *Bromwasserstoff*, *Cyanwasserstoff*, *unterchlorige Säure*, *Kieselsäure*, *Borsäure*, *Kohlensäure*, *arsenige Säure*, *Bromsäure*, *Jodsäure oder reine Alkalihydrate* enthalten, bewirkt einfach essigsaures Bleioxyd weisse Niederschläge, die in *verdünnter Essigsäure löslich* sind.

c) In concentrirter Salpetersäure entsteht durch einfach essigsaures Bleioxyd ein krystallinischer Niederschlag (von salpetersaurem Bleioxyd), welcher auf Zusatz von Wasser wieder verschwindet.

d) In *Essigsäure*, *Ameisensäure*, *Chlorsäure*, *verdünnter Salpetersäure* und in den wässrigen Lösungen ihrer neutralen Salze entsteht durch einfach essigsaures Bleioxyd keine Fällung.

*) *Schwefelblei* ist bei Gegenwart von überschüssigem Schwefelwasserstoff unlöslich in verdünnter Salpetersäure. *Schwefelsaures Bleioxyd* ist sehr schwerlöslich in verdünnter Salpetersäure; fast unauflöslich in verdünnter Schwefelsäure. Die übrigen Bleiverbindungen sind leichtlöslich in verdünnter Salpetersäure.

27) *Basisch essigsaures Bleioxyd (Bleiessig).*

Es wirkt ähnlich wie das einfach essigsaure Bleioxyd und ist überall da noch empfindlicher als das letztere, wo *freie Säure* zugegen ist. Besonders dient es zur Entdeckung der freien Kohlensäure, Borsäure und arsenigen Säure, mit denen es starke, weisse, in Essigsäure leicht lösliche Niederschläge giebt.

28) *Schwefelsaures Kupferoxyd (Kupfervitriol).*

a) Es dient zur Nachweisung der *doppeltkohlensauren*, *quellsauren* und *quellsatzsauren* Salze in den natürlichen Wässern, indem es darin bläulichweisse Niederschläge (von kohlensaurem Kupferoxyd, quellsaurem oder quellsatzsaurem Kupferoxyd) hervorbringt. Besser eignet sich zu dieser Prüfung ein Gemisch von schwefelsaurem Kupferoxyd mit essigsaurem Natron (worin sich dann essigsaures Kupferoxyd und schwefelsaures Natron finden).

b) Ferner entdeckt man noch sehr geringe Mengen von *Eisencyanürcyanwasserstoff* an der braunrothen Fällung oder Färbung, welche bei Zusatz von Kupfervitriol in der mit Salzsäure angesäuerten Flüssigkeit entsteht.

29) *Salpetersaures Silberoxyd (Höllenstein, Silbersalpeter).*

Es ist eins der besten Entdeckungsmittel vieler Säuren.

a) Folgende Säuren werden durch salpetersaures Silberoxyd gefällt, der Niederschlag ist *unlöslich* in Salpetersäure:

1) *Einfach und fünffach Schwefelwasserstoff:* schwarz (als Schwefelsilber).

2) *Unterschweflige Säure:* anfangs weiss, dann braun und schwarz werdend (ebenfalls Schwefelsilber).

3) *Pentathionsäure:* anfangs gelb, dann braun und schwarz werdend.

4) *Jodwasserstoff:* gelblichweiss (als Jodsilber).

5) *Bromwasserstoff:* weiss (als Bromsilber); im Lichte violett werdend.

6) *Chlorwasserstoff:* weiss (als Chlorsilber); im Lichte violett werdend.

7) *Unterchlorige Säure:* weiss (als Chlorsilber).

8) *Cyanwasserstoff:* weiss (als Cyansilber); im Lichte unveränderlich.

9) *Eisencyanürcyanwaserssto ff:* weiss (als Eisencyanürcyansilber).

10) *Eisencyanidcyanwasserstoff:* rothbraun (als Eisencyanidcyansilber).

Davon sind in *Ammoniak unlöslich* die Niederschläge in Einfach- und Fünffach-Schwefelwasserstoff, unterschwefliger Säure und Pentathionsäure (bei allen besteht der Niederschlag zuletzt aus Schwefelsilber) und in Jodwasserstoff (Jodsilber). — Die übrigen Niederschläge sind in *Ammoniak auflöslich* (Bromsilber schwerlöslich, die übrigen leichtlöslich).

b) Aus ihren neutralen Salzlösungen, oder nach Neutralisation ihrer sauer reagirenden Lösungen mit Ammoniak, werden folgende Säuren durch salpetersaures Silberoxyd gefällt; der Niederschlag löst sich in Salpetersäure:

1) *Schwefelsäure:* weiss, als schwefelsaures Silberoxyd, löslich in vielem Wasser.

2) *Schweflige Säure:* weiss, als schwefligsaures Silberoxyd.

3) *Kieselsäure:* weiss, als kieselsaures Silberoxyd.

4) *Borsäure:* weiss, als borsaures Silberoxyd.

5) *Bromsäure:* weiss, als bromsaures Silberoxyd, schwerlöslich in Salpetersäure.

6) *Jodsäure:* weiss, als jodsaures Silberoxyd, schwerlöslich in Salpetersäure.

7) *Oxalsäure:* weiss, als oxalsaures Silberoxyd.

8) *Essigsäure:* weiss, krystallinisch, als essigsaures Silberoxyd, löslich auf Zusatz von Wasser; in verdünnten Lösungen entsteht desshalb keine Fällung.

9) *Ameisensäure:* giebt beim Erwärmen einen dunkeln Niederschlag von reducirtem Silber.

10) *Chromsäure:* braunroth, als chromsaures Silberoxyd, in Salpetersäure schwerlöslich.

11) *Arsensäure:* braunroth, als arsensaures Silberoxyd, leichtlöslich in Salpetersäure.

12) *Arsenige Säure:* gelb, als arsenigs. Silberoxyd, leichtlöslich in Salpetersäure.

13) ^{a}*Phosphorsäure:* }
14) ^{b}*Phosphorsäure:* } weiss, als $AgO, {}^{a}PO^{5}$ und $2\,AgO, {}^{b}PO^{5}$.

15) ^{c}*Phosphorsäure:* gelb als $3\,AgO, {}^{c}PO^{5}$; leichtlöslich in Ammoniak, desgl. in Salpetersäure.

16) *Kohlensäure:* weiss, bis bräunlich; als kohlensaures Silberoxyd.

17) Die *Hydrate* der fixen Alkalien schlagen bräunliches Silberoxydhydrat nieder.

Mit Ausnahme des durch Ameisensäure hervorgebrachten Niederschlags (von metallischem Silber) lösen sich alle übrigen im überschüssigen Ammoniak auf. (Dabei ist wohl zu beachten, dass neben diesen Säuren auch Basen in Lösung sein können, welche in Ammoniak unlöslich sind.)

c) Salpetersaures Silberoxyd bewirkt keine Fällung in den Lösungen folgender Säuren und ihrer Salze:

In Salpetersäure, Chlorsäure, Fluorwasserstoff, verdünnter Essigsäure.

d) *Organische Substanzen* der natürlichen Wässer, der wässrigen Auszüge der Ackererde mit salpetersaurem Silberoxyd und Ammoniak in Berührung dem Sonnenlichte ausgesetzt, entziehen dem Silberoxyd Sauerstoff und scheiden schwarze Flocken von reducirtem Silber ab.

Farbereagentien.

a) *Flüssige Farbereagentien.*

Sie sind entweder *eigenthümlich gefärbt* und werden beim Zusammentreffen mit der gegebenen Substanz entfärbt oder anders gefärbt; hierher die Lösung des Jndigblaus in Schwefelsäure.

Oder sie sind *farblos bis schwach gefärbt* und geben beim Zusammentreffen mit *farblosen oder schwach gefärbten* Lösungen oder Dämpfen der gegebenen Substanz *eigenthümliche Färbungen;* hierher der Schwefelwasserstoff, das salpetersaure Silberoxyd, Schwefelammonium, Kaliumeisencyanür, Kaliumeisencyanid, Schwefelcyankalium, Jodkalium, Eisenchlorid, der Bleizucker, der Galläpfelaufguss, der Stärkekleister.

Unter den Farbereagentien sind besonders der *Schwefelwasserstoff*, das *Schwefelammonium*, das *Kaliumeisencyanür*, *Kaliumeisencyanid*, *Schwefelcyankalium*, der *Bleizucker*, das *salpetersaure Silberoxyd* und der *Galläpfelaufguss* vortreffliche Mittel, um sehr kleine Mengen (sog. *Spuren)* gewisser Säuren oder Basen zu entdecken, die damit eigenthümliche Färbungen erzeugen. Diese Farbereagentien müssen dann der Reihe nach angewandt werden, wenn durch den gewöhnlichen Gang der Untersuchung die Hauptbestandtheile eines gegebenen Gemisches von Körpern ermittelt sind.

1) *Schwefelwasserstoff.*

In den mit Salpetersäure schwach angesäuerten, oder den schon an und für sich sauren Lösungen der meisten giftigen Metalloxyde bewirkt Schwefelwasserstoff schwarze, braune, gelbrothe, gelbe Niederschläge (siehe den Artikel Schwefelwasserstoff bei den Fällungsmitteln). Sind nur sehr *kleine Mengen* giftiger Metalloxyde anderen unschädlichen Substanzen beigemengt, z. B. Spuren von Kupfer, Quecksilber, Blei, Arsen, so nehmen die an und für sich farblosen Flüssigkeiten bei längerer Einwirkung des Schwefelwasserstoffs eine dunkle, bräunliche oder gelbliche Färbung an und es entsteht nach einiger

Zeit ein gefärbter Niederschlag, der aus einer Verbindung des giftigen Metalls mit Schwefel besteht. Derselbe kann dann einer näheren Prüfung unterworfen werden.

2) *Schwefelammonium.*

In den mit Ammoniak im Ueberschuss vermischten farblosen Lösungen bewirkt Schwefelammonium dunkle (bräunliche, grünliche, gelbliche) *Färbungen*, bei Anwesenheit *geringer Mengen* von Eisenoxyd, Eisenoxydul, Nickeloxyd, Kobaltoxyd, Kadmiumoxyd, Bleioxyd, Wismuthoxyd, Kupferoxyd, Silberoxyd, Quecksilberoxydul, Quecksilberoxyd. In mit Ammoniak alkalisch gemachten Zinkoxyd-, Manganoxydul-, Chromoxyd-, Thonerdelösungen entstehen durch Schwefelammonium weisse Trübungen (über die *Fällungen* durch Schwefelammonium siehe diesen Artikel bei den Fällungsmitteln).

3) *Kaliumeisencyanür.*

In Flüssigkeiten, welche nur noch Spuren von *Eisenoxyd* enthalten, bewirkt Kaliumeisencyanür eine blaue oder grünlichblaue Färbung.

Aber auch in völlig eisenfreien Lösungen kann diese blaue Färbung eintreten, wenn sie *salpetrige Säure* oder *Untersalpetersäure* enthalten; durch die beiden genannten Säuren wird ein Theil des Kaliumeisencyanürs zersetzt und in Berlinerblau umgewandelt.

In Lösungen, welche höchst geringe Mengen von *Kupferoxyd* enthalten, bewirkt Kaliumeisencyanür eine röthliche Färbung von abgeschiedenem Kupfereisencyanür. Auch *Uranoxyd* wird durch Kaliumeisencyanür dunkelbraunroth gefällt.

*Kobaltoxyd*lösungen geben damit bläulichgrüne, *Nickeloxyd*lösungen grünlichweisse Fällungen; *Quecksilberoxyd*lösungen blaue veränderliche Niederschläge.

Die übrigen Oxyde der Erzmetalle werden weiss gefällt (siehe bei den Fällungsmitteln).

4) *Kaliumeisencyanid.*

Durch dieses Reagenz entsteht in Flüssigkeiten, welche noch Spuren von Eisenoxydul enthalten, eine blaue Färbung von Eisencyanidcyanür.

5) *Schwefelcyankalium.*

Es bewirkt in Flüssigkeiten, worin sich noch Spuren von Eisenoxyd befinden, eine rothe Färbung von Schwefelcyaneisen.

6) *Einfach essigsaures Bleioxyd (Bleizucker).*

In Lösungen, welche nur geringe Mengen von *Schwefelwasserstoff* enthalten (z. B. in Schwefelwässern), bewirkt Bleizuckerlösung eine bräunliche Färbung, bei grösseren Mengen schwarze Niederschläge (siehe den Artikel Bleizucker bei den Fällungsmitteln).

7) *Salpetersaures Silberoxyd.*

Es bewirkt gleich dem Bleizucker in Lösungen, welche kleine Mengen von *Schwefelwasserstoff* enthalten, Verdunkelung der Farbe. In Brunnenwässern, Flusswässern, den wässrigen Auszügen der Ackererde entsteht auf Zusatz von salpetersaurem Silberoxyd und überschüssigem Ammoniak nach einiger Einwirkung des Lichts eine Verdunkelung der Flüssigkeit, zuletzt ein brauner Niederschlag; ein Beweiss der Gegenwart *organischer Substanzen* (Huminsäure, Quellsäure, Quellsatzsäure und ähnlicher Säuren).

8) *Eisenchlorid.*

Die gelbe Lösung des Eisenchlorids zu einer farblosen *neutralen* Lösung eines ameisensauren oder essigsauren Salzes gemischt, bewirkt eine braungelbe oder gelbrothe Färbung der Flüssigkeit, in Folge der Bildung von ameisensaurem oder essigsaurem Eisenoxyd; diese Färbung verschwindet beim *Ueberschuss des Eisenchlorids.*

9) *Jodkalium.*

Dieses Reagenz bewirkt in Quecksilberoxydlösungen rothe Niederschläge (von Quecksilberjodid), in Quecksilberoxydul- und Bleioxydlösungen gelbe Niederschläge von Quecksilberjodür und Jodblei.

8) *Galläpfelaufguss.*

Der frische Galläpfelaufguss enthält *Gerbsäure* neben anderen organischen Substanzen.

In Eisenoxydul- oder Eisenoxydlösungen entsteht, selbst wenn nur Spuren dieser Oxyde vorhanden sind, nach Zusatz von *Galläpfelaufguss und überschüssigem essigsauren Natron* eine Verdunkelung der Farbe, bei grösseren Mengen der Eisenoxyde bilden sich blauschwarze Niederschläge.

Freie Alkalien (Natron, Kali, Ammoniak) zerlegen den Gerbstoff ebenfalls in gefärbte Substanzen; sind alkalische Flüssigkeiten zur Untersuchung gegeben, so müssen sie vor dem Zusatz des Galläpfelaufgusses durch Essigsäure angesäuert werden.

Auch die *Kupferoxyd-*, *Silberoxyd-*, *Goldoxyd-*, *Uranoxyd-*Lösungen erleiden durch Galläpfelaufguss eine Verdunkelung der Farbe, oder dunkele Fällungen.

9) *Indiglösung.*

Die blaue Farbe der schwefelsauren Indiglösung wird völlig zerstört oder in braungelb bis gelb umgewandelt durch freies *Chlor*, *Brom*, *Jod*, durch *unterchlorige*, *chlorige* und *Chlorsäure* (durch letztere nur dadurch, dass sie unter Umständen leicht in chlorige Säure und Sauerstoff zerfällt), durch *salpetrige Salpetersäure*, durch *Königswasser*.

Die blaue Farbe derselben wird nicht verändert durch Salzsäure, concentrirte Schwefelsäure, kalte verdünnte Salpetersäure.

10) *Stärkekleister.*

Derselbe wird gebläut durch Joddämpfe, gelb gefärbt durch Bromdämpfe; er bleibt unverändert in den Dämpfen des Chlors.

b) *Reagenzpapiere.*

Blaues Lacmuspapier, durch Säuren frischgeröthetes Lacmuspapier und gelbes Curcumapapier, sind die am häufigsten benutzten Reagenzpapiere. Sie dienen dazu, durch die Unveränderlichkeit oder Veränderung ihrer Farbe, die neutrale, saure oder alkalische Beschaffenheit einer Lösung zu ermitteln.

Verhalten der wässrigen Lösungen gegen Lacmus- und Curcumapapier.

1) *Saure Reaktion.*

Das blaue Lacmuspapier wird geröthet und zwar *stark* und *rasch* durch Schwefelsäure, schweflige Säure, Phosphor-,

Salpeter-, Salz-, Essig- und Oxalsäure; durch Eisenchlorid, Quecksilberchlorid, Platinchlorid, Zinnchlorür; durch Alaun, Kupfer-, Zink-, Eisen-Vitriol (eisenoxydhaltigen), schwefelsaures Eisenoxyd, zweifach schwefels. Kali u. a. m.

Schwach und langsam durch wässrige Kohlensäure, arsenige Säure, Schwefelwasserstoff, reinen Eisenvitriol, Blausäure, Salmiak (beim Liegen des benetzten Papiers an der Luft), essigsaures Bleioxyd.

2) *Alkalische Reaktion.*

Das durch Säuren geröthete Lacmuspapier wird gebläut und das gelbe Curcumapapier stark gebräunt

durch die wässrigen Lösungen des reinen Kalis, Natrons, Baryts, Strontians, Kalks, Ammoniaks;
durch einfach kohlensaures Kali, Natron, Ammoniak;
durch kieselsaures Kali und Natron;
durch Schwefel-Kalium, -Natrium, -Ammonium, -Baryum, -Strontium, -Calcium.

Curcumapapier wird schwach, aber deutlich gebräunt
durch zweifach kohlensaures Kali, -Natron, -Ammoniak;
durch reine Talkerde;
durch essigsaures Bleioxyd (Bleizucker und Bleiessig);
durch halbphosphors. Kali, -Natron, -Ammoniak;
durch Borax (borsaures Natron).

Curcumapapier wird durch folgende ungeglühte Substanzen gar nicht gebräunt, wohl aber durch die Rückstände, welche sie nach dem Glühen auf Kohle hinterlassen:

Ungeglühte Substanzen.		*Auf Kohle geglühte Substanzen.*
Kohlens. Kalk	hinterlässt	Kalk
Kohlens. Baryt	—	Baryt
Kohlens. Talkerde	—	Talkerde
Schwefels. Kali	—	Schwefelkalium
— Natron	—	Schwefelnatrium
Schwefels. Baryt	—	Schwefelbaryum
— Strontian	—	Schwefelstrontium
— Kalk	—	Schwefelcalcium
Salpeters. Kali	—	Kohlens. Kali
— Natron	—	— Natron

Ungeglühte Substanzen.		*Auf Kohle geglühte Substanzen.*
Chlornatrium	hinterlässt	Chlornatrium mit Spuren von kohlens. Natron
Fluorcalcium	—	Fluorcalcium mit Spuren von Aetzkalk
Oxalsaures Kali	—	Kohlens. Kali
Oxalsaurer Kalk	—	Aetzkalk
Essigsaurer Kalk	—	—
Essigs. Natron u. Kali	—	Kohlens. Natron, -Kali.

3) *Neutrale Reaktion.*

Die Flüssigkeit verändert weder das blaue noch das durch Säuren geröthete Lacmuspapier, *noch das gelbe Curcumapapier*, wenn sie entweder aus *reinem Wasser* besteht, oder wenn darin gelöst sind:

Chlor-Kalium, -Natrium, -Baryum, -Calcium, -Magnium, -Strontium.

Einfachschwefelsaures Kali, -Natron, -Ammoniak, -Silberoxyd, -Manganoxydul.

Einfachschwefelsaurer Strontian, -Kalk.

Einfachschwefelsaure Talkerde.

Salpetersaures Kali, -Natron, -Ammoniak, -Silberoxyd.

Salpetersaurer Kalk, salpetersaurer Baryt, -Strontian.

Salpetersaure Talkerde.

Dritter Abschnitt.

Allgemeiner Gang der qualitativen Analyse unorganischer Substanzen.

A. *Prüfung fester Substanzen auf trocknem Wege.*

1) *Unterscheidung organischer Substanzen von unorganischen.*

Den gegebenen festen Körper erhitzt man im unten zugeschmolzenen Glasröhrchen (Proberöhrchen) über der Spirituslampe. Die meisten organischen Körper hinterlassen dabei Kohle im Röhrchen und geben brenzliche Dämpfe, die sich theilweise als gelbe oder braune, ölige Flüssigkeit im oberen Theile der Glasröhre verdichten (Theer). Viele unorganische Körper besitzen zwar auch eine schwarze Farbe wie Kohle, geben auch übelriechende Dämpfe, diese letzteren verdichten sich aber nie zu Theer, höchstens zu farblosen Flüssigkeiten, farblosen oder gefärbten festen Substanzen (sie sublimiren). Die im Röhrchen zurückbleibende Pflanzen oder Thier Kohle verbrennt beim Erhitzen auf dem Platinblech vollständig, während andere schwarze unorganische Substanzen, wie z. B. Schwefelblei, Graphit, Schwefelantimon, Braunstein nicht verflüchtigt werden können.

Die unzersetzt flüchtigen, festen organischen Körper (z. B. Camphor) geben sich beim Erhitzen mit *farbloser concentrirter Schwefelsäure* durch eine Schwärzung derselben von ausgeschiedener Kohle als Kohlenstoffverbindungen zu erkennen. Nur Oxalsäure, Ameisensäure, Essigsäure und Blausäure, welche man zu den organischen Verbindungen zählt, schwärzen die Schwefelsäure nicht, sie müssen deshalb später berücksichtigt werden.

2) *Flüchtige und feuerbeständige unorganische Substanzen.*

Man erhitzt die Substanz im Proberöhrchen und beobachtet, ob die etwa entweichenden Dämpfe sich zu einer farblosen, neutralen, weder Curcumapapier noch Lacmuspapier verändernden Flüssigkeit (zu Wasser) verdichten; ob sie das Curcumapapier bräunen (Ammoniak); ob sie das Lacmuspapier röthen (starke flüchtige Säuren, besonders Schwefelsäure, schweflige Säure, salpetrige Säure, Salpetersäure, Salzsäure, Oxalsäure, Essigsäure); ob sie sich zu tropfbarem Metall (Quecksilber), oder zu *farblosen* festen Körpern (Salmiak, arsenige Säure, kohlens. Ammoniak, Einfach-Chlorquecksilber oder Quecksilbersublimat, Halb-Chlorquecksilber oder Calomel), oder zu *gefärbten* festen Körpern (Schwefelarsen, Arsen, Schwefel, Jod, Schwefelquecksilber oder Zinnober) verdichten; ob die entweichenden Dämpfe farblos oder gefärbt (bei Jod violett, bei Schwefel braungelb) erscheinen; ob sie ammoniakalisch, brenzlich, sauer, schweflig riechen; ob die Substanz bei der Erhitzung mit Heftigkeit entflammt und verbrennt (Phosphor) u. s. w.

Die nichtflüchtigen unorganischen Substanzen sind entweder Metalle oder Metalloxyde, Schwefelmetalle, Chlormetalle, Fluor-, Brom-, Jodmetalle oder Oxyde einiger Nichtmetalle, z. B. Phosphorsäure, Kieselerde, oder Verbindungen der Metalloxyde mit flüchtigen oder feuerbeständigen Säuren (Metalloxydsalze).

3) *Unterscheidung der Metalle vor der Löthrohrflamme auf der Kohle.*

Unter den Metallen und Metallgemengen kommen hier vorzugsweise Eisen, Zink, Zinn, Blei, Wismuth, Kupfer, Antimon, Arsen, Silber, Gold, Platin, Messing, Silbermünzen, Glockengut, Kanonenmetall, Argentan, Britanniametall, bleihaltiges Zinn u. s. w. in Betracht.

Beim Glühen auf der Kohle behalten ihren Glanz unverändert bei: Silber, Gold, Platin; es verwandeln sich dabei in *schwarze Pulver:* Eisen, Kupfer, in *weisse* oder *grauweisse* oder *gelbe* Pulver: Zinn, Zink, Arsen, Antimon, Blei, Wismuth. Diese Pulver sind verbrannte Metalle oder Metalloxyde; bei den leichter flüchtigen Metallen legen sie sich als ein Ueberzug oder *Beschlag* auf die Kohle und umgeben die

Metallprobe. Der *Zinnoxydbeschlag* liegt nahe an der Probe und ist in der Hitze und Kälte weiss; der *Antimonoxydbeschlag* ist in der Hitze und Kälte weiss, auf der Kohle weit verbreitet; ebenso der *Arsenoxydbeschlag;* letzterer riecht bei seiner Entstehung *knoblauchartig*, während der Antimonoxydbeschlag geruchlos ist. Der *Zinkoxydbeschlag* ist weit verbreitet, beim Glühen gelb, beim Erkalten weiss, bei eisenhaltigem Zink auch in der Kälte bräunlichgrau.

Der *Bleioxydbeschlag* und der *Wismuthoxydbeschlag* sind in der Hitze und Kälte gelb. Das Blei, Wismuth, Zinn, Zink, Antimon schmelzen leicht; die erkaltete Metallkugel lässt sich bei Blei, Zinn und Zink breit schlagen; bei Wismuth und Antimon springt sie unter dem Hammer in Stücken.

Kupfer- und kupferhaltige Metallcompositionen (Messing, Tomback, unächtes Blattgold, Silbermünzen, manche Goldmünzen, Glockengut, Kanonenmetall, Bronze, Argentan) geben mit Salzsäure benetzt und auf der Kohle geglüht Chlorkupfer, welches die Flamme blau färbt.

4) *Unterscheidung der durch glühende Kohle zu Metall reducirbaren Oxyde von den nicht-reducirbaren Oxyden.*

Beim Glühen auf der Kohle *ohne*, oder *mit* Anwendung von *Soda* (trocknem kohlensauren Natron) werden aus folgenden Oxyden die Metalle abgeschieden und können durch Schlämmen mit Wasser von der beigemengten Kohle oder Soda getrennt werden:

Aus Zinnoxyd, Bleioxyd, Wismuthoxyd, Kupferoxyd, Antimonoxyd, Silberoxyd, Goldoxyd, Platinoxyd. Auch aus den *Chlor- und Schwefelverbindungen* des Zinns, Bleis, Wismuths, Kupfers, Antimons, Silbers, Golds und Platins können diese Metalle durch Glühen mit Soda auf der Kohle abgeschieden werden. Ihre Unterscheidung siehe bei der vorigen Nummer.

Eisenoxyd wird nicht vom Magnet gezogen, beim Glühen auf der Kohle wird es zu Eisenoxydoxydul oder zu Eisen reducirt, welche beide vom Magnet angezogen werden, Bei der Reduction der Metalloxyde durch Kohle verbindet sich ein Theil oder aller Sauerstoff des Metalloxyds mit Kohle zu Kohlenoxyd oder Kohlensäure, welche gasförmig entweichen.

Die nicht reducirbaren Oxyde können zu der Gruppe der *Erden*, *Erdalkalien* und *Alkalien* gehören. Die Verbindungen der Alkalien und Erdalkalien mit flüchtigen Säuren, besonders mit Kohlensäure, Salpetersäure, Schwefelsäure, Flusssäure und Salzsäure geben nach dem Glühen auf der Kohle Rückstände, welche das feuchte Lacmuspapier bräunen (so z. B der Kalkstein, Dolomit, Natron- und Kalisalpeter, Flussspath, das schwefelsaure Kali, Glaubersalz, Gyps, Bittersalz, Cölestin, Schwerspath, Kochsalz, das essigs. Kali, essigs. Natron, oxals. Kali, oxals. Natron, oxals. Kalk u. s. w.).

Erden und ihre Verbindungen untereinander (Kieselerde, Thonerde, Feldspath, Glimmer, Thone, Quarzsand u. s. w.) geben nach dem Glühen Rückstände, welche das Curcumapapier nicht verändern.

5) *Nachweisung der färbenden Metalloxyde und ihre Unterscheidung von einander.*

Man löst ein mohnsamengrosses Körnchen der Substanz in der *glühend schmelzenden Boraxperle* auf. *Eisenoxydul* färbt die Perle bouteillengrün; *Eisenoxyd* in der Hitze gelbroth, beim Erkalten hellgelb; *Kupferoxyd* blaugrün, beim Zusammenschmelzen mit einigen Zinnflitterchen wird die Perle undurchsichtig, braunroth; *Kobaltoxyd* färbt die Perle dunkelblau, beim Schmelzen mit Zinn wird die Färbung nicht verändert; *Manganoxyd* färbt violett. Die Alkalien, Erdalkalien, Erden (nämlich Kali, Natron, Baryt, Strontian, Kalk, Talkerde, Kieselerde und Thonerde), Zinnoxyd und Zinkoxyd färben die Boraxperle nicht.

Zur nähern Prüfung auf *Manganoxyd* schmilzt man ein hirsenkorngrosses Stückchen der Substanz mit der 10fachen Menge trockner Soda (kohlens. Natron) auf dem Platinblech zusammen. Bei Gegenwart des Manganoxyds bleibt eine grüne Schlacke (mangansaures Natron) nach dem Glühen zurück.

Alle Metalle, sowie alle Körper, welche auf der Kohle mit oder ohne Soda geglüht, zu leicht schmelzbaren oder leicht flüchtigen Metallen reducirt werden, dürfen nicht auf Platinblech oder in Platingefässen geglüht werden, weil diese Metalle mit dem Platin zusammenschmelzen, das Platingeräth durchlöchern und werthlos machen. Dahin gehören besonders die Verbindungen,

welche Antimon, Arsen, Blei, Zinn, Zink, Wismuth, Kupfer, Silber enthalten.

6) *Nachweisung des Schwefels in den Schwefelmetallen und schwefelsauren Salzen.*

Man glüht eine feinzerriebene Probe mit der 4fachen Menge reiner *Soda* (trocknen kohlens. Natrons) auf der Kohle vor dem Löthrohre, übergiesst den Rückstand im Reagenzglase mit einigen Tropfen Salzsäure und überdeckt so rasch als möglich die Mündung des Glases mit einem Stückchen weissen ungeleimten Papiers (Filtrirpapier), welches man mit etwas wässriger *Bleizucker*lösung durchtränkt hat. Es wird sich die benetzte Stelle durch Bildung von Schwefelblei schwärzen, wenn die Probe schwefelhaltig war.

7) *Verpuffung auf der Kohle.*

Eine sprühende Verbrennung der Kohle bewirken *salpetersaure*, *chlorsaure*, *jodsaure*, *bromsaure Salze*, wenn sie auf Kohle bis zum Glühen erhitzt werden.

8) *Färbung einiger Erden und Salze durch Kobaltoxydul.*

Mit einer Auflösung von salpeters. Kobaltoxydul benetzt, und geglüht färben sich *blau:* alle leicht schmelzbaren Salze, z. B. Borax, Phosphorsalz; unter den unschmelzbaren Substanzen die Thonerde, der phosphors. Kalk, die Kieselerde; *blaugrün:* Zinnoxyd; *grün:* Zinkoxyd; *fleischroth:* Talkerde; *grau* oder *grauschwarz:* Strontian, Kalk.

9) *Färbung der Löthrohrflamme.*

Die blaue Löthrohrflamme färbt sich beim Glühen einiger Basen und ihrer Salze am Platindrahte *gelb* bei Natronsalzen; *gelbroth* bei Kalksalzen; *roth* bei Strontian- und Lithionsalzen; *violett* bei Kalisalzen; *grünlichblau* bei Kupferoxydsalzen (nach Benetzen mit Salzsäure).

B. *Prüfung unorganischer Substanzen auf nassem Wege.*

a) *Reihenfolge der Lösungsmittel bei der Analyse.*

Für unorganische feste Körper wendet man die Lösungsmittel in nachstehender Reihenfolge an:

Kaltes Wasser, heisses Wasser, verdünnte Salpetersäure, verdünnte Salzsäure, (concentrirte Salpetersäure, concentrirte Salzsäure), Königswasser, wässriges kohlensaures Natron, Aetzkalilauge, glühend schmelzendes kohlensaures Kali und hinterdrein Salzsäure.

1) Man behandelt den zerriebenen Körper im Kochfläschchen mit kaltem Wasser, filtrirt und prüft die klare Flüssigkeit durch Abdampfen einiger Tropfen auf dem Platinblech auf gelöste Substanzen, die hierbei auf dem Blech als Rückstand bleiben. Hat sich nur wenig gelöst, so erhitzt man die im Glase zurückgebliebene Masse und filtrirt heiss. Man achtet darauf, ob beim Erkalten der Flüssigkeit Krystalle sich auscheiden.

2) Den in kaltem und heissem Wasser unlöslichen Theil übergiesst man nach dem Auswaschen durch Wasser mit verdünnter Salpetersäure und erwärmt. Man beobachtet dabei entweder eine Entwickelung rothgelber Dämpfe (salpetriger Dämpfe), alsdann sind sauerstofffreie oder sauerstoffarme Substanzen zur Untersuchung gegeben; oder es entweichen farblose Gase unter Aufbrausen (Kohlensäure), oder die Lösung geschieht ruhig, ohne Entwickelung von Gasen.

3) Hat die Prüfung auf trocknem Wege ergeben, dass Eisen- und Manganverbindungen vorhanden sind, so wendet man nicht Salpetersäure, sondern Salzsäure zur Lösung der im Wasser unlöslichen Substanzen an.

4) Gold oder Platin lösen sich nur in einem starken Königswasser auf (einem Gemische aus 1 Th. rauchender Salpetersäure und 3 Th. rauchender Salzsäure).

5) Zur Löslichmachung oder zum Aufschliessen vieler Kieselerdeverbindungen, z. B. der Thone, bedient man sich des Kochens mit *concentrirter Schwefelsäure*, oder mit *concentrirter Kalilauge*, oder des glühenden Schmelzens mit *kohlens. Kali*, und nachheriger Behandlung der geschmolzenen Masse mit Salzsäure. Meistens geht man bei den Erdanalysen nicht so weit, sondern begnügt sich damit, die im Wasser, Salzsäure und wässrigen kohlens. Natron unlöslichen Bestandtheilen der Ackererde, wenn sie feinzertheilt und durch Wasser abschlämmbar sind, als *unlöslichen Thon*, wenn sie körnig sind und leicht im Wasser zu Boden sinken, als *unlöslichen Sand* zu bezeichnen (Quarzsand, Glimmersand, Feldspathsand u. s. w.).

6) Jede Lösung, die wässrige, die salpetersaure u. s. w. wird für sich untersucht.

b) *Prüfung der wässrigen Lösung mit Reagenzpapieren.*

Man taucht in eine Probe der Lösung ein Curcumapapier, in eine zweite Probe ein blaues Lacmuspapier, um die alkalische, saure oder neutrale Beschaffenheit zu ermitteln (eine Zusammenstellung der wichtigsten Substanzen in Bezug auf ihr Verhalten gegen Lacmus- und Curcumapapier, siehe bei den Farbereagentien, b) Reagenzpapiere, Seite 188).

c) *Prüfung der Lösung mit Farbereagentien.*

Man vermische eine Portion der Lösung mit *Kaliumeisencyanür;* eine zweite mit *Kaliumeisencyanid;* eine dritte mit *essigsaurem Natron*, *Essigsäure* und *Galläpfelaufguss.* Eine Bläuung durch das erste Reagenz deutet auf Eisenoxyd und Eisenoxyd-Oxydul; eine Bläuung durch das Zweite deutet auf Eisenoxydul; eine Verdunkelung bis Schwärzung durch die Letzten lässt auf lösliche Eisenverbindungen überhaupt schliessen. In *alkalischen* Lösungen entsteht durch Galläpfelaufguss ebenfalls Verdunkelung der Farbe; sie verschwindet aber wieder auf Zusatz von Essigsäure.

d) *Anwendung der Reagentien für Basen und Säuren.*

Alle Basen lassen sich in ihrer wässrigen Lösung als Sauerstoffbasen ansehen. Die basischen Oxyde lösen sich als solche im Wasser; die basischen Fluoride, Chloride, Bromide, Jodide und Sulfide, wenn sie sich im Wasser lösen, können in dieser Lösung als einfache Salze betrachtet werden, bestehend aus einer Sauerstoffbasis und einer Wasserstoffsäure, z. B.

Schwefelkalium + Wasser = schwefelwasserstoffsaures Kali
oder $KS + HO = KO,HS$.

Chlornatrium + Wasser = salzsaures Natron
oder $NaCl + HO = NaO,HCl$.

Brombaryum + Wasser = bromwasserstoffsaurer Baryt
oder $BaBr + HO = BaO,HBr$.

Jodmagnium + Wasser = jodwasserstoffsaure Talkerde
oder $MgJ + HO = MgO,HJ$.

Fluornatrium + Wasser = flusssaures Natron
oder $NaF + HO = NaO,HF$.

Das *Ammoniak* in wässriger Lösung wird zu einer Sauerstoffbasis mit zusammengesetztem Radical, zu Ammoniumoxyd

$H^3N + HO = H^4NO.$

Die Untersuchung der wässrigen Auflösungen lässt sich sonach theilen in die Ermittelung der Sauerstoffbasen und in die der Säuren (Sauerstoff- oder Wasserstoffsäuren).

Zur Ermittelung der *Basen* wendet man hauptsächlich an: Schwefelwasserstoff, Schwefelammonium, Aetzammoniak, Aetzkali, kohlensaures Kali, kohlensaures Ammoniak, phosphorsaures Natron-Ammoniak, oxalsaures Kali, Schwefelsäure u. a.

Zur Ermittelung der *Säuren* dienen vorzüglich: Salpetersaures Silberoxyd, essigsaures Bleioxyd, Chlorbaryum, Salzsäure, Eisenchlorid oder essigsaures Eisenoxyd, Chlorcalcium, salpetersaures Quecksilberoxydul u. a.

In den folgenden Tabellen sind die Basen und Säuren nach ihrem Verhalten zu gewissen Reagentien in Klassen, Ordnungen, Reihen, Gruppen, Untergruppen u. s. w. eingetheilt. So zerfallen sämmtliche Basen nach ihrem Verhalten gegen *Schwefelwasserstoff* in zwei Klassen; die erste Klasse derselben wird aus ihren salzsauren oder salpetersauren Lösungen durch Schwefelwasserstoff gefällt, die zur zweiten Klasse gehörigen Basen werden dadurch nicht gefällt. Jede Klasse zerfällt nach dem Verhalten zu *Schwefelammonium* oder *Schwefelwasserstoff-Ammoniak* in zwei Ordnungen; jede Ordnung nach dem Verhalten gegen verschiedene Reagentien in zwei Reihen, mithin zerfallen sämmtliche Basen in acht Reihen. Am Ende jeder Reihe sind die chemischen Charaktere der dahin gehörigen Basen zusammengestellt.

Auf ähnliche Weise sind die Säuren classificirt.

Als allgemeine Regeln bei Benutzung dieser Tabellen sind folgende aufzustellen:

1) Giebt ein Reagenz, welches zur Bestimmung der ersten Klasse (der ersten Ordnung, ersten Reihe, ersten Gruppe u. s. w.) dient, eine Reaktion, so ist zwar damit die *Anwesenheit* der zur ersten Klasse (ersten Ordnung u. s. w.) gehörigen Basen und Säuren bewiesen, aber noch nicht die *Abwesenheit* der Basen und Säuren der zweiten Klasse (zweiten Ordnung, zweiten Reihe, zweiten Gruppe u. s. w.). Um die gleichzeitige Anwesenheit von *Basen* der gegenübergestellten Klassen, Ord-

nungen u. s. w., nachweisen zu können, müssen häufig die Basen der ersten Klasse (ersten Ordnung u. s. w.) durch das Reagenz dieser Klasse (dieser Ordnung u. s. w.) hinweggeschafft werden. Um z. B. die Anwesenheit von Bleioxyd und Baryt in einer Lösung nachzuweisen, muss zuerst das Bleioxyd durch Schwefelwasserstoff entfernt werden, ehe man mit Schwefelsäure die Gegenwart des Baryts entdecken kann; denn Schwesäure fällt sowohl Bleioxyd als auch den Baryt.

2) Die Reaktionen auf *Säuren* dagegen müssen fast immer mit *neuen* Portionen der zu untersuchenden Flüssigkeit vorgenommen werden; nur selten lässt sich eine und dieselbe Flüssigkeit nach einander mit verschiedenen Reagentien auf Säuren prüfen. Das Hauptmittel zur Entdeckung mehrerer mit einander gemischt vorkommenden Säuren besteht in der Prüfung mit mehreren Reagentien, von denen das eine Reagenz die erste Säure fällt, aber nicht die zweite und das zweite Reagenz die zweite Säure niederschlägt, aber nicht die erste. Sind dann beide Säuren vorhanden, so geben beide Reagentien Fällungen. Oder die eine Säure ist flüchtig, die andere feuerbeständig u. s. w.

3) *Scheidung der Basen erster Klasse.* Giebt Schwefelwasserstoff in der sauren Flüssigkeit einen Niederschlag, so mischt man so lange Schwefelwasserstoff hinzu, bis das Gemenge stark danach riecht, filtrirt und setzt zu dem Filtrate abermals Schwefelwasserstoff. Bleibt das Filtrat klar, so sind alle Basen der ersten Klasse in Form von Schwefelmetallen niedergeschlagen und im Filtrate können nur noch Basen zweiter Klasse vorhanden sein.

Den Niederschlag wäscht man mit Wasser gut aus, übergiesst ihn noch feucht mit Aetzkali und Schwefelammonium und beobachtet, ob er sich ganz, theilweise oder gar nicht löst. Den unlöslich bleibenden Rückstand (Schwefelmetalle, entstanden aus Basen der zweiten Ordnung) bringt man auf ein Filtrum und wäscht ihn mit Schwefelwasserstoffwasser aus. Die durchlaufende Flüssigkeit enthält sämmtliche Basen der ersten Ordnung als Schwefelmetalle.

Den Niederschlag behandelt man mit concentrirter Salpetersäure und prüft die erhaltene Lösung auf Basen der zweiten Ordnung, wie in der Tabelle näher angegeben ist.

Die alkalische Lösung vermischt man mit Salzsäure bis zur sauren Reaktion, sammelt den ausgeschiedenen Niederschlag auf einem Filter, kocht ihn mit Königswasser, und prüft die saure Lösung auf Basen der ersten Ordnung, wie in der Tabelle angegeben ist.

4) *Scheidung der Basen zweiter Klasse.* Die saure Flüssigkeit, welche durch Schwefelwasserstoff von den Basen erster Klasse befreit worden ist, wird mit *Ammoniak*, *Schwefelammonium* und Salmiak vermischt; den entstandenen Niederschlag (Basen der dritten Ordnung, theilweise in Schwefelmetalle verwandelt) sammelt man auf einem Filter, wäscht ihn mit Schwefelwasserstoffwasser und löst ihn wieder in heisser Salzsäure. Die saure Lösung prüft man weiter, wie in der Tabelle angegeben.

Das alkalische Filtrat vermischt man mit *kohlensaurem Ammoniak* und trennt den Niederschlag (kohlens. Baryt, -Strontian, -Kalk) durch Filtration von den aufgelöst gebliebenen Basen der achten Reihe. Die gefällten kohlensauren Salze der Basen der siebenten Reihe löst man nach dem Auswaschen in Salpetersäure auf und prüft die Lösung aus Baryt, Strontian und Kalk, wie in der Tabelle angegeben.

Die alkalische Lösung der Basen achter Reihe (Talkerde, Lithion, Kali, Natron, Ammoniak und Wasser) kann selbstverständlich nur noch auf die vier ersten Basen geprüft werden, weil Wasser, Ammoniak und Ammoniaksalze zugesetzt worden sind, um die Lösung oder Abscheidung der übrigen Basen zu bewirken. Zur Entdeckung von Lithion, Kali und Natron bei Gegenwart von Talkerde dampft man die Flüssigkeit zur Trockne, glüht den Rückstand (um die Ammoniaksalze zu verjagen), löst im Wasser und filtrirt die theilweise ungelöst gebliebene Talkerde ab. Das klare Filtrat vermischt man mit reinem Kalkwasser bis zur alkalischen Reaktion, erhitzt zum Sieden und sammelt die abgeschiedene Talkerde auf einem Filter. Den überschüssig zugesetzten Kalk schlägt man aus dem Filtrate durch Oxalsäure nieder, filtrirt, dampft die klare Flüssigkeit zur Trockne ein, glüht, löst den Rückstand im Wasser und prüft die Lösung auf Kali, Natron und Lithion, wie in der Tabelle angegeben ist.

Tabellen zur Ermittelung der unorganischen Basen.

Unorganische Basen.

Erste Klasse.

Klassencharakter: Oxyde solcher Metalle, deren Schwefelverbindungen in verdünnten Mineralsäuren unlöslich sind.

Prüfung: Schwefelwasserstoff bewirkt in der an und für sich sauren, oder in der mit Salpetersäure schwach angesäuerten Lösung einen schwarzen, oder braunen, rothen oder gelben Niederschlag (von Schwefelmetall) bei Gegenwart von Platinoxyd = PtO^2; Goldoxyd = AuO^3; Quecksilberoxydul = Hg^2O; Quecksilberoxyd = HgO; Wismuthoxyd = BiO^3; Silberoxyd = AgO; Kupferoxydul = Cu^2O; Kupferoxyd = CuO; Kadmiumoxyd = CdO; Bleioxyd = PbO; Zinnoxydul = SnO; Zinnoxyd = SnO^2; Antimonoxyd = SbO^3; Antimonsäure = SbO^5; Arsensäure = AsO^5 (letzteres nur bei längerem Einleiten von Schwefelwasserstoffgas); arsenige Säure = AsO^3.

Schwefelwasserstoff bewirkt eine *weisse* Trübung (von abgeschiedenem Schwefel) in Auflösungen, welche Eisenoxyd = Fe^2O^3; Eisenoxydoxydul = Fe^3O^4; Untersalpetersäure = NO^4; Chlor = Cl und schweflige Säure = SO^2 enthalten. Die Prüfung auf die Eisenoxyde siehe in der 2. Klasse; die Prüfung auf das Chlor und die Säuren bei der Prüfung auf diese.

Erste Ordnung (der sämmtlichen Basen erste Ordnung).

Ordnungscharakter. Oxyde, deren Metalle mit Schwefel Verbindungen eingehen, löslich im Schwefelammonium oder Schwefelkalium.

Prüfung. 1) Die saure Lösung wird mit *Ammoniak* alkalisch gemacht, darauf mit überschüssigem Schwefelammonium vermischt. In der klar gewordenen Flüssigkeit können zugegen sein: die Schwefelverbindungen des *Platins*, *Golds*, *Arsens*, *Antimons*, *Zinns*.

2) Die saure Lösung wird mit *Ammoniak* alkalisch gemacht, darauf mit *Schwefelammonium* endlich, mit *Kali* vermischt. In der klar gewordenen Flüssigkeit können ausser den genannten Schwefelmetallen auch noch die Sulfide des *Quecksilbers* vorhanden sein.

Zu den Basen der ersten Ordnung gehören demnach:

Platinoxyd, Goldoxyd, Quecksilberoxydul, Quecksilberoxyd, Zinnoxydul, Zinnoxyd, Antimonoxyd.

Aehnlich verhalten sich die Metallsäuren:

Antimonsäure, arsenige Säure, Arsensäure.

Zweite Ordnung (der sämmtlichen Basen zweite Ordnung).

Ordnungscharakter. Oxyde, deren Metalle mit Schwefel Verbindungen eingehen, unlöslich im Schwefelammonium oder Schwefelkalium.

Prüfung: wie bei der ersten Ordnung. Es bleibt ein dunkelgefärbter Niederschlag, bestehend aus den Schwefelverbindungen des Silbers, Kupfers, Kadmiums, Bleis und Wismuths.

Zu den Basen der zweiten Ordnung gehören demnach:

Silberoxyd, Kupferoxydul, Kupferoxyd, Kadmiumoxyd, Bleioxyd, Wismuthoxyd.

Unorganische Basen.

Zweite Klasse.

Klassencharakter: Oxyde solcher Metalle, welche bei Gegenwart freier Mineralsäuren keine unlöslichen Schwefelverbindungen bilden können.

Prüfung: Schwefelwasserstoff bewirkt in der an und für sich sauren, oder in der mit Salpetersäure schwach angesäuerten Lösung entweder keine Fällung, oder nur eine weisse Trübung (von Schwefel), bei Gegenwart von Eisenoxyd = Fe^2O^3; Eisenoxydoxydul = Fe^3O^4; Manganoxyd = Mn^2O^3; Uranoxyd = U^2O^3; Chromoxyd = Cr^2O^3; Thonerde = Al^2O^3; Kieselerde = SiO; Kobaltoxydul = CoO; Nickeloxydul = NiO; Zinkoxyd = ZnO; Manganoxydul = MnO; Eisenoxydul = FeO; Talkerde = MgO; Baryt = BaO; Strontian = SrO; Kalk = CaO; Lithion = LiO; Kali = KO; Natron = NaO; Ammoniumoxyd = H^4NO und Wasser = HO (Hydratwasser der Säuren).

Erste Ordnung (der sämmtlichen Basen dritte Ordnung).

Ordnungscharakter. Verbindungen, welche durch *Ammoniak* nebst *Schwefelammonium* gefällt u. durch *Chlorammonium* nicht wieder gelöst werden.

Prüfung. Man vermischt die saure Lösung mit *Ammoniak* bis zur alkalischen Reaktion, darauf mit *Schwefelammonium.* Ist ein Niederschlag entstanden, so prüft man, ob derselbe auf Zusatz von *Chlorammonium* wieder verschwindet. Ist er bleibend, so enthielt die Lösung entweder

I. *Eisenoxyd*, *Eisenoxydoxydul, Eisenoxydul, Manganoxyd, Manganoxydoxydul*, *Manganoxydul*, *Kobaltoxydul, Nickeloxydul, Zinkoxyd.* Diese Oxyde sind durch Schwefelammonium in Schwefelmetalle umgewandelt und finden sich als solche im Niederschlage: oder

II. *Uranoxyd, Chromoxyd, Thonerde, Kieselerde.* Diese finden sich als Oxyde im Niederschlage; oder

III. *phosphorsauren Kalk, phosphorsaure Talkerde*, *phosphors. Thonerde*, *oxalsauren Kalk*, *kieselsaure Erden und kieselsaure Erdalkalien.* Diese finden sich ebenfalls unverändert im Niederschlage.

Zweite Ordnung (der sämmtlichen Basen vierte Ordnung).

Ordnungscharakter. Oxyde, welche bei Gegenwart von Chlorammonium durch Ammoniak und Schwefelammonium nicht gefällt werden.

Prüfung: wie bei der ersten Ordnung; bleibt dabei die Lösung klar, so können noch folgende Basen zugegen sein:

Baryt, *Strontian*, *Kalk*, *Talkerde*, *Lithion*, *Kali*, *Natron*, *Ammoniumoxyd*, *Wasser.*

Unorganische Basen.

Erste Ordnung.

Platinoxyd = PtO^2; Goldoxyd = AuO^3; Quecksilberoxydul = Hg^2O; Quecksilberoxyd = HgO; Zinnoxydul = SnO; Zinnoxyd = SnO^2; Antimonoxyd = SbO^3; Antimonsäure = SbO^5; arsenige Säure = AsO^3; Arsensäure = AsO^5.

Erste Reihe

(der sämmtlichen Basen erste Reihe).

Platinoxyd, Goldoxyd, Quecksilberoxydul, Quecksilberoxyd.

Charakter der Reihe. Oxyde, welche durch Zinnchlorür (salzsaures Zinnoxydul) leicht ihres Sauerstoffs beraubt und zu Metall reducirt werden.

Prüfung. Die saure Lösung wird nach und nach mit einer nicht zu kleinen Menge Zinnchlorür vermischt. Es entsteht entweder schon bei gewöhnlicher Temperatur oder erst beim Erwärmen eine Abscheidung grauer, brauner, oder braunrother Niederschläge von pulverigem metallischen Quecksilber, Gold oder Platin.

Zweite Reihe

(der sämmtlichen Basen zweite Reihe).

Zinnoxydul, Zinnoxyd, Antimonoxyd und die Metallsäuren Antimonsäure, arsenige Säure, Arsensäure.

Charakter der Reihe. Oxyde, welche durch Zinnchlorür nicht zu Metall reducirt werden.

Prüfung. Wie bei der ersten Reihe; die saure Lösung bleibt klar.

Unorganische Basen.

Zweite Ordnung.

Silberoxyd = AgO; Kupferoxydul = Cu^2O; Kupferoxyd = CuO; Kadmiumoxyd = CdO; Wismuthoxyd = BiO^3; Bleioxyd = PbO.

Erste Reihe
(der sämmtlichen Basen dritte Reihe).

Silberoxyd, *Kupferoxydul*, *Kupferoxyd.*

Charakter der Reihe. Oxyde, löslich im wässrigen kohlens. Ammoniak.

Prüfung. Die saure Lösung wird mit kohlens. Ammoniak im Ueberschuss vermischt; entweder bleibt sie klar, oder der anfangs entstandene Niederschlag löst sich bei weiterem Zusatze des kohlensaurem Ammoniaks wieder auf.

A. *Silberoxyd.*

Salzsäure bewirkt einen Niederschlag, unlöslich in Salpetersäure, löslich in Ammoniak,

B. *Kupferoxyde.*

Salzsäure bewirkt entweder einen Niederschlag löslich in Salpetersäure (bei Kupferoxydulsalzen) oder keine Fällung (in Kupferoxydsalzen).

Zweite Reihe
(der sämmtlichen Basen vierte Reihe).

Wismuthoxyd, *Bleioxyd*, *Kadmiumoxyd.*

Charakter der Reihe. Oxyde, unlöslich im wässrigen kohlensauren Ammoniak.

Prüfung. Wie bei der ersten Reihe; der Niederschlag löst sich nicht wieder auf.

A. *Bleioxyd.*

Verdünnte Schwefelsäure bewirkt einen weissen Niederschlag (schwefelsaures Bleioxyd), löslich in Kali. Schwefelwasserstoff bringt in der alkalischen Lösung einen schwarzen Niederschlag (von Schwefelblei) hervor.

B. *Wismuthoxyd und Kadmiumoxyd.*

Verdünnte Schwefelsäure bewirkt keine Fällung.

a) *Ammoniak* im Uebermaass zur sauren Lösung gefügt, bewirkt keine Fällung in *Kadmiumoxyd*lösungen. Das ammoniakalische Gemisch wird gelb gefällt (Schwefelkadmium) durch Schwefelwasserstoff.

b) *Ammoniak* bis zur alkalischen Reaktion zur sauren Lösung gemischt, bewirkt einen Niederschlag in *Wismuthoxyd*lösungen.

Unorganische Basen.

Dritte Ordnung.

I. Eisenoxyd = Fe^2O^3; Eisenoxydoxydul = Fe^3O^4; Eisenoxydul = FeO; Manganoxyd = Mn^2O^3; Manganoxydoxydul = Mn^3O^4; Manganoxydul = MnO; Kobaltoxydul = CoO; Nickeloxydul = NiO; Zinkoxyd = ZnO.

II. Uranoxyd = U^2O^3; Chromoxyd = Cr^2O^3; Thonerde = Al^2O^3; Kieselerde = SiO.

III. Phosphorsaurer Kalk, phosphors. Talkerde, phosphors. Thonerde; kieselsaure Erden und Erdalkalien; oxalsaurer Kalk.

Erste Reihe
(der sämmtlichen Basen fünfte Reihe).

Kalk, Talkerde, Thonerde, Eisenoxyd an Phosphorsäure oder Kieselerde und Kalk an Oxalsäure gebunden.

Charaktere der Reihe und Prüfung. 1) Eine Portion der salzs. oder salpeters. Lösung verdampft man in der Porzellanschale zur Trockne und löst den Rückstand wieder in verdünnter heisser Salzsäure. Die *Kieselerde* bleibt als weisses Pulver ungelöst zurück.

2) Die klar filtrirte Lösung vermischt man mit *Ammoniak* bis zur Neutralisation, darauf mit *Essigsäure* bis zur deutlich sauren Reaktion; bleibt dabei ein unlöslicher Rückstand, so kann dieser bestehen: aus *phosphors. Eisenoxyd*, *phosphors. Thonerde*, *oxals. Kalk.*

3) Bleibt die mit Ammoniak und Essigsäure vermischte *schwachsaure* Flüssigkeit klar, so tröpfelt man etwas *Eisenchlorid* hinzu. Eine entstehende Trübung (von phosphors. Eisenoxyd) zeigt die Gegenwart von *phosphorsaurem Kalk oder phosphorsaurer Talkerde an.*

Zweite Reihe
(der sämmtlichen Basen sechste Reihe).

Eisenoxyde, Manganoxyde, Kobaltoxydul, Nickeloxydul, Zinkoxyd, Uranoxyd, Chromoxyd, Thonerde.

Charaktere der Reihe. Die sauren Lösungen dieser Oxyde geben 1) nach dem Abdampfen zur Trockne einen Rückstand, der sich in Salzsäure völlig klar wieder auflöst.

2) Die saure Lösung derselben wird weder durch essigsaures Natron allein, noch durch essigsaures Natron nebst Eisenchlorid getrübt (wenigstens nicht bei gewöhnlicher Temperatur).

Prüfung. Wie bei der ersten Reihe.

Unorganische Basen.

Vierte Ordnung.

Baryt = BaO; Strontian = SrO; Kalk = CaO; Talkerde = MgO; Lithion = LiO; Kali = KO; Natron = NaO; Ammoniumoxyd = H^4NO; Wasser = HO.

Erste Reihe

(der sämmtlichen Basen siebente Reihe).

***Baryt*, *Strontian*, *Kalk*.**

Charaktere der Reihe. 1) Die *schwefels.* Salze dieser Basen sind fast unlöslich, sehr schwerlösl. oder schwerlösl. im Wasser.

2) Die *kohlensauren* Salze der hierher gehörigen Basen sind sehr schwerlöslich im Wasser, welches Ammoniak, kohlens. Ammoniak und Salmiak enthält.

3) Die *oxals.* Salze der genannten Basen sind unlöslich od. doch sehr schwerl. im Wasser, welches Ammoniak und Salmiak enthält.

Prüfung. 1) Man vermischt die Lösung mit einigen Tropfen *verdünnter Schwefelsäure* und rührt das Gemisch gut um; es entsteht *sogleich* ein weisser Niederschlag in *Baryt*lösungen; nach einigen Umrühren in *Strontian*lösungen und in *nicht zu verdünnten Kalk*lösungen.

2) Man fügt einer neuen Portion der Lösung *kohlens. Ammoniak* und *Aetzammoniak* hinzu. Es entstehen sogleich oder nach einigen Umrühren weisse Niederschläge in Baryt-, Strontian- und Kalklösungen.

3) Man setzt zu einer dritten Portion der Lösung *oxalsaures Kali* und neutralisirt die Flüssigkeit, falls sie sauer sein sollte, mit Ammoniak. Es entstehen Niederschläge in Strontian- und Kalklösungen, und in nicht zu verdünnten Barytlösungen, unlöslich in Salmiak.

Zweite Reihe

(der sämmtlichen Basen achte Reihe).

***Talkerde*, *Lithion*, *Kali*, *Natron*, *Ammoniumoxyd*, *Wasser*.**

Charaktere der Reihe. 1) Die *schwefelsauren* Verbindungen dieser Oxyde sind leichtlöslich im Wasser.

2) Die *kohlensauren* Verbindungen dieser Oxyde sind entweder in reinem Wasser, oder (die kohlensaure Talkerde und das kohlensaure Lithion) doch im Wasser, welches Ammoniak, kohlens. Ammoniak und Salmiak enthält, leichtlöslich.

3) Die *oxalsauren* Verbindungen der hierher gehörigen Oxyde sind entweder in reinem Wasser oder in solchem, welches Ammoniak und Salmiak enthält, leichtlöslich.

Prüfung. Wie bei der ersten Reihe; es entstehen durch die angewandten Reagentien: 1) durch verdünnte Schwefelsäure, 2) durch kohlens. Ammoniak nebst Ammoniak, 3) durch oxalsaures Kali und Ammoniak keine Fällungen. In Talkerdelösungen könnte durch oxalsaures Kali eine Trübung hervorgebracht werden; diese verschwindet jedoch auf Zusatz von Salmiak.

Unorganische Basen.

Erste Reihe.

Platinoxyd = PtO^2; Goldoxyd = AuO^3; Quecksilberoxydul = Hg^2O; Quecksilberoxyd = HgO.

Erste Gruppe.

Platinoxyd und Goldoxyd.

Charakter der Gruppe.

Oxalsäure oder oxals. Kali scheiden entweder bei gewöhnlicher Temperatur oder beim Erwärmen ein gefärbtes metallisches Pulver (Gold oder Platin) aus den Lösungen dieser Oxyde.

Unterscheidung beider Oxyde.

I. *Chlorammonium* bewirkt in sauren Platinoxydlösungen, besonders bei Zusatz von Weingeist (Spiritus) und beim Umrühren einen krystallinisch-pulverigen, gelben Niederschlag von Platinchlorid-Chlorammonium.

II. *Chlorammonium* bewirkt in Goldlösungen selbst bei Zusatz von Weingeist keine Fällung.

III. *Schweflige Säure* mit Goldlösungen erwärmt, scheidet unter bläulicher Färbung der Flüssigkeit braunes Goldpulver aus.

IV. Platinlösungen werden durch *schweflige* Säure nicht gefällt.

Zweite Gruppe.

Quecksilberoxydul und Quecksilberoxyd.

Charakter der Gruppe.

Oxalsäure oder oxals. Kali scheiden aus Quecksilberlösungen kein metallisches Quecksilber; sie bewirken weisse Niederschläge, welche in Salpetersäure löslich sind.

Unterscheidung beider Oxyde.

I. *Salzsäure* bewirkt in Quecksilberoxydullösungen einen weissen Niederschlag von Quecksilberchlorür, unlöslich in Ammoniak.

II. Quechsilberoxydlösungen werden durch Salzsäure nicht gefällt.

III. *Aetzkali* bewirkt in Quecksilberoxydullösungen einen schwarzen, in Quecksilberoxydlösungen einen gelben Niederschlag.

Zusammenstellung der chemischen Charaktere des Platins, Golds und Quecksilbers.

Platin.

1) Das metallische Platin ist weniger rein weiss als Silber, härter als Kupfer, weicher als Eisen; behält in der Kälte und Hitze seinen Glanz; wird nicht angegriffen von schmelzendem Schwefel, Quecksilber, Salpetersäure allein, Salzsäure allein, Schwefelsäure; es löst sich langsam in Königswasser.

2) Das Schwefelplatin ist braunschwarz, unlöslich in verdünnten Mineralsäuren, löslich in Schwefelammonium oder Schwefelkalium.

3) Das Platinoxyd ist löslich in Mineralsäuren; aus diesen Lösungen wird es durch Zinnchlorür und Oxalsäure als braunes fein zertheiltes metallisches Platin gefällt; durch Chlorammonium (und auch durch Chlorkalium) als gelbes Chlorplatin - Chlorammonium (oder gelbes Platinchlorid-Chlorkalium); es wird nicht gefällt durch schweflige Säure.

Gold.

1) Das zusammenhängende metallische Gold hat röthlichgelbe Farbe; das feinzertheilte, chemisch gefällte Gold ist braun, glanzlos, nimmt aber beim Drucke Metallglanz an. Es ist unlöslich in Salpetersäure allein, Salzsäure allein, Schwefelsäure; löslich in Salpetersalzsäure (Königswasser). Es verändert sich weder in der Kälte, noch beim Erhitzen an der Luft. Mit Quecksilber giebt es eine weiche Masse, Goldamalgam.

2) Das Schwefelgold ist schwarzbraun; unlöslich in verdünnten Mineralsäuren, löslich in Schwefelkalium und gelbem Schwefelammonium.

3) Das Goldoxyd ist in Mineralsäuren löslich; aus diesen Lösungen wird es durch Oxalsäure oder schweflige Säure als braunes pulveriges metallisches Gold abgeschieden; desgleichen durch Kochen mit Eisenvitriol. Durch Chlorammonium oder Chlorkalium wird es nicht gefällt, weil Chlorgold - Chlorammonium oder Chlorgold - Chlorkalium leicht löslich sind in reinem oder weingeisthaltigem Wasser.

Quecksilber.

1) Das *Quecksilber* ist das einzige, bei gewöhnlicher Temperatur tropfbarflüssige Metall. Seine Farbe ist weiss, mit einem Stich ins Bläuliche. Bei — 40° C. wird es fest; es siedet bei 360° C. und liefert dabei farblose Dämpfe. Es ist unlöslich in Salzsäure, löslich in Salpetersäure, unter Entwickelung rothgelber Dämpfe; löslich in concentrirter Schwefelsäure unter Entwickelung von schwefliger Säure.

2) Das frischgefällte *Schwefelquecksilber* ist braunschwarz, das getrocknete sublimirte (der Zinnober) ist roth. Das Schwefelquecksilber ist unlöslich in verdünnten Mineralsäuren, unlöslich im Schwefelammonium, löslich im Schwefelkalium.

3) Das *Quecksilberoxydul* ist schwarz, löslich in Salpetersäure; die Lösung wird durch Kalilauge schwarz (als Quecksilberoxydul), durch Salzsäure weiss (als Quecksilberchlorür), durch Ammoniak schwarz gefällt.

4) Das *Quecksilberoxyd* ist gelb (röthlichgelb), löslich in Salpetersäure; die Lösung wird durch Kalilauge röthlichgelb (als Quecksilberoxyd), durch Ammoniak weiss, durch Salzsäure nicht gefällt.

5) *Quecksilberoxydul-* und *Quecksilberoxydlösungen* werden durch schweflige Säure, sowie durch Zinnchlorür grau getrübt (durch Abscheidung von metallischem Quecksilber); durch Oxalsäure weiss gefällt (durch Abscheidung von oxalsaurem Quecksilberoxydul oder Oxyd); der Niederschlag ist löslich in Salpetersäure.

Unorganische Basen.

Zweite Reihe.

Zinnoxydul = SnO; Zinnoxyd = SnO^2; Antimonoxyd = SbO^3. Demselben ähnlich verhalten sich die Metallsäuren: Antimonsäure = SbO^5; arsenige Säure = AsO^3; Arsensäure = AsO^5.

Erste Gruppe.

Oxyde des Antimons u. Arsens.

Charakter der Gruppe. Wasserstoffgas reducirt diese Oxyde und nimmt die Metalle derselben gasförmig mit sich hinweg.

Prüfung. Die Salpetersäurefreie Lösung mit Zink und verdünnter Schwefels. vermischt, entwickelt ein Wasserstoffgas, welches angezündet, an einer kalten Porzellantasse metallglänzende Flecken (von Arsen oder Antimon) absetzt.

Die Entwickelung des Wasserstoffgases geschieht in einem Kochfläschchen mit aufgesetzter, in eine enge Spitze ausgezogener Glasröhre. (Gefahren bei diesem Versuche, wegen Bildung von Knallgas und wegen Giftigkeit des Antimon- und Arsenwasserstoffgases.)

Unterscheidung des Antimons vom Arsen.

I. Die Antimonspiegel (die Flecken d. Antimonmetalls) sind unlöslich in kalter wässriger Lösung des unterchlorigs. Natrons.

II. Die Arsenspiegel (die Arsenflecken) sind löslich im wässrigen unterchlorigsauren Natron. Sie lösen sich in verdünnter Salpetersäure; diese Lösung wird durch salpetersaures Silberoxyd bei Neutralisation mit Ammoniak eigelb (als arsenigsaures Silberoxyd) gefällt.

Zweite Gruppe.

Oxyde des Zinns.

Charakter der Gruppe. Wasserstoffgas giebt keine gasförmige Verbindung mit dem metallischen Zinn.

Prüfung: wie bei der ersten Gruppe; das entwickelte Wasserstoffgas setzt angezündet, keine Metallflecken an die genäherte kalte Porzellantasse ab.

Unterscheidung der Zinnoxyde.

I. In *Zinnoxydul*lösungen bewirkt *salpetersaures Quecksilberoxydul* einen grauen Niederschlag von metallischem Quecksilber.

In Zinnoxydlösungen entsteht keine Fällung durch dieses Reagenz.

II. *Goldchlorid* bewirkt in *Zinnoxyd*lösungen keine Veränderung, in *Zinnoxydul*lösungen entsteht ein brauner Niederschlag von metallischem Gold; in *Zinnoxyd-Oxydul*lösungen entsteht ein purpurfarbiger Niederschlag (Cassius'scher Goldpurpur).

Zusammenstellung der chemischen Charaktere des Antimons, Arsens und Zinns.

Antimon.

1) Das *metallische Antimon* ist krystallinisch, zinnweiss, sehr spröde und leicht zu pulvern; schmilzt bei 432° C.; an der Luft geglüht, verbrennt es zu weissem Antimonoxyd, welches sich theils krystallinisch, theils pulverig an kalte Körper anlegt; dabei bemerkt man keinen Geruch. Durch Salpetersäure wird es oxydirt; ein kleiner Theil löst sich auf, der grösste Theil bleibt als ein weisses Gemenge von basisch salpetersaurem Antimonoxyd, antimoniger Säure und Antimonsäure zurück. In Salzsäure ist das Antimon unlöslich, aber löslich in Königswasser.

2) Das *Schwefelantimon* besitzt im frischgefällten Zustande orangegelbe Farbe, im geschmolzenen Zustande ist es schwarzgrau, metallisch glänzend. Das frischgefällte Schwefelantimon ist bei Gegenwart von überschüssigem Schwefelwasserstoff unlöslich in kalten verdünnten Mineralsäuren; löslich in Schwefelammonium oder Schwefelkalium.

3) *Antimonoxyd* und *Antimonsäure* sind weisse Pulver, in concentrirter Salzsäure löslich, desgleichen in Königswasser. Durch Kalilauge werden beide Oxyde zwar gefällt, sie lösen sich aber im Ueberschuss des Kalis wieder auf. Zinnchlorür scheidet aus den Lösungen der Antimonoxyde kein Metall aus.

4) Zink scheidet aus Antimonlösungen metallisches Antimon aus; trifft letzteres mit Wasserstoff im Ausscheidungsmomente zusammen, so vereinigen sich beide zu Antimonwasserstoffgas. Aus dem brennenden Antimonwasserstoffgase scheidet sich bei Abkühlung metallisches Antimon ab, unlöslich im unterchlorigs. Natron.

5) Alkalische *Antimonoxydlösungen* werden nach Zusatz von Salmiak durch überschüssige Salpetersäure nicht gefällt. *Alkalische Antimonsäurelösungen* werden auch nach Zusatz von Salmiak durch Salpetersäure gefällt.

Arsen.

1) Das *metallische Arsen* ist zinnweiss, ins Stahlgraue, sehr spröde; es verdampft bei Dunkelrothglühhitze, ohne zu schmelzen. An der Luft erhitzt, verbrennt es unter Verbreitung des eigenthümlichen knoblauchartigen Arsengeruchs zu weisser arseniger Säure. Verdünnte Salpetersäure löst das Arsen zu arseniger Säure auf; auch im unterchlorgs. Natron ist es löslich.

2) Das frischgefällte *Schwefelarsen* ist citronengelb, bei Gegenwart von überschüssigem Schwefelwasserstoff unlöslich in kalten, verdünnten Mineralsäuren; löslich in Schwefelkalium oder Schwefelammonium.

3) *Arsensäure* und *arsenige Säure* sind weiss, im Wasser löslich. Auf Kohle geglüht verbreiten sie Arsengeruch. Beide sind in Alkalien und Säuren löslich. Zinnchlorür scheidet aus diesen Lösungen kein Arsen aus.

4) Zink scheidet aus sauren Flüssigkeiten, welche Arsenoxyde enthalten, metallisches Arsen aus; trifft letzteres im Ausscheidungsmomente mit Wasserstoff zusammen, so vereinigen sich beide zu Arsenwasserstoffgas. Aus dem brennenden Arsenwasserstoffgase, scheidet sich bei Abkühlung metallisches Arsen ab, kenntlich an seinem Geruch beim Erhitzen an der Luft und seiner Löslichkeit im unterchlorigs. Natron.

5) Die Unterscheidung der Arsensäure und arsenigen Säure siehe bei den Säuren.

Zinn.

1) Das *metallische Zinn* ist weiss, mit einem Stich ins Bläuliche; weicher als Gold, härter als Blei; knistert beim Biegen. Schmilzt bei 230° C.

In der Glühhitze verbrennt es an der Luft zu weissem pulverigen Zinnoxyd. Es löst sich unter Wasserstoffentwickelung in concentr. Salzsäure; es oxydirt sich beim Kochen mit conc. Salpetersäure; ein kleiner Theil des Zinnoxyds löst sich auf, der grösste Theil bleibt als weisses, basisch salpetersaures Zinnoxyd ungelöst zurück.

2) Einfach-*Schwefelzinn* ist im frischgefällten Zustande dunkelbraun, unlöslich in verdünnten Mineralsäuren, unlöslich im Einfach-Schwefelkalium.

Zweifach-*Schwefelzinn* ist im frischgefällten Zustande blassgelb, unlöslich in verdünnten Mineralsäuren; löslich in Schwefelkalium.

Das Einfach-Schwefelzinn geht bei Behandlung mit Mehrfach-Schwefelkalium in Zweifach-Schwefelzinn über und löst sich als solches in Schwefelkalium.

3) *Zinnoxydul* und *Zinnoxyd* sind löslich in Kalilauge, besonders beim Erwärmen. Salpetersaures Quecksilberoxydul und Goldlösungen werden von Zinnoxydullösungen reducirt, nicht von Zinnoxydlösungen.

4) Zinn giebt mit Wasserstoff keine gasförmige Verbindung; es entwickelt beim Glühen keinen Geruch, riecht aber, mit feuchten Händen gerieben, eigenthümlich.

Unorganische Basen.

Dritte Reihe.

Silberoxyd = AgO; Kupferoxydul = Cu^2O; Kupferoxyd = CuO.

Zusammenstellung der chemischen Charaktere des Silbers und Kupfers.

Silber.

1) Das *metallische Silber* besitzt unter den Metallen die reinste weisse Farbe; es ist härter als Gold, weicher als Kupfer. Bei gewöhnlicher Temperatur bleibt es an der Luft glänzend; in einer Schwefelwasserstoff-haltigen Atmosphäre schwärzt es sich. Schmelzendes Silber verschluckt etwas Sauerstoffgas, giebt dasselbe aber beim Erstarren wieder aus. Es löst sich in Salpetersäure, in conc. Schwefelsäure; es ist unlöslich in Salzsäure.

2) *Schwefelsilber* ist schwarz, unlöslich in verdünnten kalten Mineralsäuren, Schwefelammonium und Schwefelkalium.

3) *Silberoxyd* ist löslich in Salpetersäure; aus dieser Lösung wird es durch Kali als hellbraunes Silberoxydhydrat gefällt, welches in Kali unlöslich ist, sich aber in Ammoniak und kohlensaurem Ammoniak leicht auflöst.

4) *Chlorsilber* ist unlöslich in Wasser, Salpetersäure, Salzsäure; auflöslich in Ammoniak.

5) Aus seinen Auflösungen wird das Silber durch metallisches Eisen, (z. B. durch eine blanke Messerklinge) oder metallisches Kupfer (z. B. durch einen Kupferpfennig) als schwarzgraues Metallpulver abgeschieden.

Kupfer.

1) Das *metallische Kupfer* ist das einzige rothe Metall. Beim Glühen an der Luft oxydirt es sich zu schwarzen, spröden, glanzlosen Schuppen (Kupferhammerschlag). An feuchter atmosphärischer Luft überzieht es sich mit einer grünlichen Haut von basisch kohlens. Kupferoxyd (Grün-

span). Es löst sich in Salpetersäure, concentrirter Salzsäure und heisser concentrirter Schwefelsäure. Mit Salzsäure benetzt geglüht, färbt es die Flamme blau.

2) *Schwefelkupfer* ist schwarz, unlöslich in verdünnten Mineralsäuren, in Schwefelkalium und Schwefelammonium.

3) *Kupferoxydul* löst sich in Säuren; aus diesen Lösungen wird es durch *Kali* als röthlichgelbes Kupferoxydulhydrat gefällt; es ist im überschüssigen Kali unlöslich.

4) *Kupferoxyd* ist schwarz; es löst sich in Mineralsäuren zu grün oder blau gefärbten Flüssigkeiten. Die Kupferoxydlösungen werden durch *Aetzkali* gefällt, der blaue Niederschlag, Kupferoxydhydrat, ist unlöslich in Aetzkali, leicht löslich in Ammoniak und kohlens. Ammoniak. Beim Kochen des blauen Kupferoxydhydrats mit Kalilauge wird es in schwarzes wasserfreies Kupferoxyd umgewandelt.

Die sauren Kupferoxydlösungen werden durch Ammoniak gefällt; der Niederschlag löst sich im überschüssigen Ammoniak mit tieflasurblauer Farbe. Auf Zusatz von Schwefelwasserstoff wird das Kupfer als schwarzes Schwefelkupfer gefällt.

5) *Kupferchlorid* ist löslich im Wasser; Kupferchlorür ist darin unlöslich, aber leicht löslich in Salpetersäure.

6) Blankes Eisen schlägt aus sauren Kupferoxydul- und Kupferoxydlösungen metallisches Kupfer nieder.

7) Kupferoxydlösungen mit überschüssigem Kali und *Zucker* gekocht scheiden braunrothes Kupferoxydul und metallisches Kupfer aus.

Unorganische Basen.

Vierte Reihe.

Bleioxyd = PbO; Wismuthoxyd = BiO^3; Kadmiumoxyd = CdO.

Zusammenstellung der chemischen Charaktere des Bleis, Wismuths und Kadmiums.

Blei.

1) Das *metallische Blei* hat bläulichgraue Farbe, ist weich, schneidbar, abfärbend; schmilzt bei 334°C; an der Luft geschmolzen, verwandelt es sich anfangs in gelbgraues Bleisuboxyd (Bleiasche), später in gelbes Bleioxyd (Silberglätte), endlich in rothes Bleioxyd (Mennige). Das Blei löst sich in Salpetersäure, in heisser concentrirter Schwefelsäure.

2) Das *Schwefelblei* ist schwarz, unlöslich in verdünnten Mineralsäuren, in Schwefelkalium und Schwefelammonium.

3) Das *Bleioxyd* löst sich in Salpetersäure; *Aetzkali* fällt daraus weisses basisch salpeters. Bleioxyd, welches im überschüssigen Kali löslich ist; *Aetzammoniak* fällt die Bleioxydlösung weiss, der Niederschlag ist unlöslich im überschüssigen Ammoniak.

4) *Salzsäure* fällt aus Bleioxydlösungen weisses krystallinisches Chlorblei, welches in vielem Wasser, leichter noch in verdünnter Essigsäure löslich ist.

5) *Schwefelsaures Bleioxyd* ist höchst schwerlöslich im reinen Wasser, und Wasser, welches freie Schwefelsäure hält; leicht löslich in Kalilauge.

6) *Bleisalze* mit Soda auf der Kohle geglüht, geben ein metallisches Bleikorn und gelben Beschlag.

Wismuth.

1) Das *reine metallische* Wismuth ist krystallinisch, röthlichzinnweiss, spröde, bei vorsichtigem Hämmern etwas dehnbar. Löst sich in Salpetersäure, Schwefelsäure. Die con-

centrirten Lösungen trüben sich beim Verdünnen mit Wasser; durch Zusatz von Essigsäure verhütet man diese Trübung.

Das Wismuth schmilzt bei 265° C; an der Luft geglüht verbrennt es zu blasscitronengelbem Wismuthoxyd.

2) Das frischgefällte *Schwefelwismuth* ist braunschwarz; es ist unlöslich in verdünnten Mineralsäuren, in Schwefelammonium, in Schwefelkalium.

3) Das *Wismuthoxyd* ist gelb, löslich in Salpetersäure; die Lösung wird gefällt durch *Kali*, *Ammoniak*, *kohlensaures Ammoniak;* die entstandenen Niederschläge sind unlöslich im Uebermaasse der Fällungsmittel.

4) Schwefelsaures Wismuthoxyd ist leicht löslich im Wasser.

Kadmium.

1) Das *metallische Kadmium* ist dem Zinn ähnlich, weich, mit dem Messer schneidbar, schmilzt in der Nähe des Siedepunktes des Quecksilbers (360° C.) und verdampft wenige Grade oberhalb dieser Temperatur. An der Luft geglüht verbrennt das Kadmium zu *braungelbem* Kadmiumoxyd.

2) *Schwefelkadmium* hat im frischgefällten Zustande gelbe Farbe; es ist unlöslich in verdünnten Mineralsäuren, Schwefelammonium und Schwefelkalium.

3) *Kadmiumoxyd* löst sich leicht in Salzsäure, Salpetersäure, Schwefelsäure. Die Auflösung wird gefällt durch Kali, kohlens. Ammoniak; die farblosen Niederschläge sind unlöslich im Ueberschusse der Fällungsmittel; *Ammoniak* bringt in Kadmiumoxydlösungen weisse Fällungen hervor, löslich im Ueberschuss des Ammoniaks.

Unorganische Basen.
Fünfte Reihe.

Kalk, Talkerde, Thonerde, Eisenoxyd an Phosphorsäure oder Kieselerde gebunden; Kalk an Oxalsäure gebunden.

Erste Gruppe.
Kieselsaure Salze.

Die salzs. Lösung, welche, w. o. (S. 206) angegeben, von der Kieselerde befreit worden ist, kann *Kalk*, *Talkerde*, *Thonerde* u. *Eisenoxyd* enthalten, die mit d. Kieselerde verbunden waren.

A) Thonerde und Eisenoxyd werden aus der sauren Lösung durch *Ammoniak* gefällt, der Niederschlag löst sich nicht im *Chlorammonium.*

a) *Eisenoxyd* bleibt als ein brauner Rückstand, wenn der unter A erhaltene Niederschlag mit *Kalilauge* gekocht wird. Beim Uebergiessen dieses Rückstands mit einigen Tropfen Salzsäure und Kaliumeisencyanür *bläut* er sich.

b) *Thonerde* wird aus ihrer unter a erhaltenen kalischen Lösung durch *Chlorammonium* als weisse Flocken gefällt *)

B) Kalk und Talkerde.

In der von Eisenoxyd und Thonerde getrennten Flüssigkeit bringt *oxalsaures Kali* einen weissen Niederschlag hervor, wenn *Kalk* zugegen ist. Nach Trennung des oxals. Kalks bewirken *phosphors. Natron* nebst *Ammoniak* einen Niederschlag, wenn Talkerde vorhanden ist.

Die Zusammenstellung der chemischen Eigenschaften des Kalks und der Talkerde siehe bei der siebenten Reihe der Basen.

*) Die Zusammenstellung d. chem. Eigenschaften d. Eisenoxyds u. d. Thonerde siehe bei der 6. Reihe der Basen.

Zweite Gruppe.
Phosphorsaure Salze u. oxalsaurer Kalk.

A) *Phosphors. Thonerde, phosphors. Eisenoxyd, oxals. Kalk.*

a) Der (S. 206) durch Ammoniak u. Essigsäure erhaltene Niederschlag wird auf dem Platinbleche schwach geglüht, darauf mit etwas Salpetersäure übergossen. Er löst sich darin unter *Aufbrausen* (von Kohlensäure); die Auflösung wird jetzt, mit Ammoniak alkalisch gemacht, darauf mit Essigsäure angesäuert, *klar* bleiben. Kohlensaures Natron bringt darin einen weissen Niederschlag hervor, desgl. oxals. Kali.

Dieses Verhalten zeigt der *oxalsaure Kalk;* er geht durch Glühen in *kohlensauren Kalk* über ($CaO, C^2O^3+HO = CaO, CO^2+CO+HO$!).

b) Der geglühte Niederschlag löst sich *ohne* Brausen in Salpetersäure. Mit überschüssigem Kali gekocht, scheiden sich braune Flocken aus, welche mit *Salzsäure* u. *Kaliumeisencyanür* benetzt sich bläuen. Dann besteht der Niederschlag aus *phosphors. Eisenoxyd.* Die Gegenwart der Phosphorsäure in der filtrirten alkalischen Lösung läst sich durch Neutralisation mit *Essigsäure* und Zusatz von *essigsaurem Bleioxyd* an dem dabei entstehenden weissen Niederschlage (von phosphors. Bleioxyd) erkennen.

c) Der geglühte Niederschlag löst sich ohne Brausen in Salpetersäure; mit überschüssigem Kali vermischt und erwärmt, löst sich der anfangs entstandene weisse Niederschlag wieder auf, kommt jedoch abermals beim Ansäuern der Lösung mit Essigsäure zum Vorschein. Dieses Verhalten charakterisirt die *phosphorsaure Thonerde.*

B) *Phosphorsaurer Kalk und phosphorsaure Talkerde.*

a) *Ammoniak* bewirkt in Lösungen dieser phosphorsauren Salze einen weissen Niederschlag, löslich in Essigsäure. *Eisenchlorid* zu der essigsauren Lösung getröpfelt, bringt einen gelblichweissen Niederschlag (von phosphors. Eisenoxyd) hervor.

b) In den *salpetersauren* Lösungen des phosphors. Kalkes oder der phosphors. Talkerde erzeugt *essigsaures Bleioxyd* einen weissen, in Salpetersäure leicht löslichen, in Essigsäure unlöslichen Niederschlag (phosphors. Bleioxyd).

c) *Salpetersaures Silberoxyd* bringt in den salpetersauren Lösungen des phosphors. Kalks und der phosphors. Talkerde keine Fällung hervor; beim vorsichtigen, tropfenweisen Zusatz von *Ammoniak* bis zur Neutralisation entsteht aber in dem silberhaltigen Gemisch ein *eigelber* Niederschlag (von ^{c}phosphors. Silberoxyd) oder ein *weisser* Niederschlag (von ^{b}phosphors. Silberoxyd).

d) In Lösungen des *phosphorsauren Kalks* entsteht auf Zusatz von *oxalsaurem Kali* ein weisser Niederschlag von oxals. Kalk; in sehr sauren Lösungen erscheint derselbe erst bei theilweiser Abstumpfung der freien Säuren durch Ammoniak.

e) In Lösungen der *phosphorsauren Talkerde* entsteht durch oxalsaures Kali keine Fällung. Sind beide Salze (phosphors. Kalk und Talkerde) mit einander gemischt vorhanden, so entfernt man durch Neutralisation mit *Ammoniak*, Ansäuern mittelst *Essigsäure* und hinreichenden Zusatz von *oxalsaurem Kali* den Kalk, und vermischt die klarfiltrirte Flüssigkeit mit *Ammoniak.* Eine entstehende Trübung liefert den Beweis für das Vorhandensein der phosphorsauren Talkerde.

Ueber die Prüfung auf Phosphorsäuren und Oxalsäure siehe auch später bei diesen Säuren.

Chemischer Charakter der Kieselerde.

1) Die reine Kieselerde = SiO ist ein farbloses feuerbeständiges Pulver.

Sie tritt in zwei Formen auf:

a) als *Krystallkieselerde oder unlösliche Kieselerde* = ^{a}SiO. Sie ist unlöslich im Wasser, kohlensaurem Wasser, Salzsäure, Salpetersäure, Schwefelsäure, Ammoniak, kohlens. Ammoniak, Aetzkali, wässrigem kohlens. Kali, kohlens. Natron, überhaupt in den meisten wässrigen Säuren und in allen wässrigen reinen oder kohlensauren Alkalien. Nur durch wässrige Flusssäure wird sie angegriffen und aufgelöst. Durch Zusammenschmelzen mit kohlensauren Alkalien wird sie löslich in Säuren. Die Krystallkieselerde bildet die Hauptmasse des Quarzes und der Sandsteine.

b) als *amorphe*, *opalartige*, *lösliche Kieselerde* = ^{b}SiO. Sie ist unlöslich im Wasser, kohlens. Wasser, Salzsäure und Salpetersäure; löslich im wässrigen Kali, Natron, kohlens. Kali oder kohlensauren Natron. Sie findet sich z. B. im Opal, im Kieselguhr; alle chemisch abgeschiedene Kieselerde ist ^{b}SiO.

2) Das *Kieselerdehydrat* mit der grösten Menge von Wasser (im frischgefällten Zustande) löst sich etwas im Wasser, leichter in verdünnter Salzsäure, Salpetersäure, im wässrigen reinen und kohlens. Kali oder Natron.

3) *Kieselsaures Kali und Natron* lösen sich im Wasser; diese Lösung reagirt alkalisch. Sie wird nicht gefällt durch Schwefelwasserstoff oder Ammoniak. Bei Neutralisation mit Salzsäure scheidet sich nur aus der concentrirten Lösung ein Theil der Kieselerde als gallertartiges Hydrat aus, der Rest bleibt gelöst. Erst nach dem Abdampfen zur Trockne bleibt alle Kieselerde als ^{b}SiO zurück, unlöslich in Salzsäure oder Salpetersäure, löslich in Alkalien. In verdünnten wässrigen Lösungen der kieselsauren Alkalien bewirkt Salzsäure keine Fällung.

Viele Aschen enthalten kieselsaures Kali; beim Ueberschuss der Kieselerde wird dasselbe schwerlöslich im Wasser. Dies ist z. B. bei der Strohasche der Fall.

4) *Kiesels. Kalk*, *kiesels. Talkerde*, *kiesels. Eisenoxydul und Eisenoxyd* werden durch Salzsäure zersetzt, die Basen lösen sich nebst einem Theile der Kieselerde auf, ein anderer Theil der Kieselerde bleibt zurück und kann durch wässriges kohlens. Natron aufgelöst werden.

5) *Kieselsaure Thonerde* im reinen Zustande ist unlöslich in Salzsäure; sie löst sich theilweise, mit Zurücklassung von Kieselerde, in concentrirter Schwefelsäure; auch in concentrirter Kalilauge ist sie löslich.

Die Verbindungen der kieselsauren Talkerde, des kieselsauren Eisenoxyduls oder kiesels. Eisenoxyds mit kieselsaurer Thonerde, welche sich häufig in der Ackererde finden, lösen sich in Salzsäure theilweise auf, mit Hinterlassung des grössten Theils der Kieselerde.

6) Viele natürlich vorkommende kieselsaure Salze sind unlöslich in Säuren, in wässrigen reinen und kohlens. Alkalium; so u. a. der Feldspath, der Glimmer, Augit, die Hornblende.

Unorganische Basen.

Sechste Reihe.

Eisenoxyd = Fe^2O^3; Eisenoxyd-Oxydul = Fe^3O^4; Eisenoxydul = FeO; Manganoxyd = Mn^2O^3; Manganoxydul = MnO; Kobaltoxydul = CoO; Nickeloxydul = NiO; Zinkoxyd = ZnO; Uranoxyd = U^2O^3; Chromoxyd = Cr^2O^3; Thonerde = Al^2O^3.

Erste Gruppe.

***Kobaltoxydul*, *Nickeloxydul*, *Zinkoxyd*.**

Charakter der Gruppe. Die Schwefelverbindungen, welche durch Einwirkung des Schwefelwasserstoffs auf diese Oxyde entstehen, sind unlöslich in Essigsäure.

Prüfung. Man vermischt die salzs. Lösung mit einer nicht zu geringen Menge *Schwefelwasserstoff*, filtrirt die etwa trübe gewordene Flüssigkeit, setzt zu dem Filtrat abermals *Schwefelwasserstoff*, und wenn sie nun klar bleibt, *Ammoniak* bis zur alkalischen Reaktion. Man beobachtet, ob der Niederschlag auf Zusatz von Essigsäure (bis zur deutlichen Röthung des Lacmuspapiers) wieder verschwindet, oder ob er bleibt. Im letztern Falle sind Kobaltoxydul, Nickeloxydul oder Zinkoxyd zugegen.

Zweite Gruppe.

***Eisenoxyde*, *Manganoxyde*, *Uranoxyd*, *Chromoxyd*, *Thonerde*.**

Charakter der Gruppe. Bei Gegenwart von freier Essigsäure vermögen sich die Oxyde des Eisens und Mangans nicht mit dem Schwefelwasserstoff zu vereinigen; Uranoxyd, Chromoxyd und Thonerde verbinden sich bei Gegenwart von Wasser überhaupt nicht mit Schwefelwasserstoff.

Prüfung: wie bei der ersten Gruppe; der Niederschlag, welcher durch Ammoniak und Schwefelwasserstoff hervorgebracht wird, löst sich in Essigsäure wieder auf.

Unterscheidung des Kobaltoxyduls, Nickeloxyduls und Zinkoxyds.

A) *Zinkoxyd* wird aus seinen sauren Auflösungen durch *Aetzkali* gefällt; der Niederschlag löst sich im Uebermaasse des Kalis wieder auf. Schwefelwasserstoff bewirkt in der kalischen Zinkoxydlösung eine weisse Fällung von Schwefelzink.

B) *Nickeloxydul* und *Kobaltoxydul* werden aus ihren sauren Auflösungen durch *Aetzkali* gefällt; der Niederschlag ist *unlöslich* im überschüssigen Aetzkali:

a) *Nickeloxydul* wird aus saurer Lösung durch Ammoniak gefällt; der Niederschlag löst sich im Uebermaass des Ammoniaks wieder auf. Aetzkali scheidet aus der ammoniakalischen Lösung das Nickeloxydul wieder ab.

b) *Kobaltoxydul* wird durch Ammoniak aus seiner sauren Lösung gefällt; der Niederschlag löst sich im Ueberschuss des Ammoniaks; Kali scheidet aus der ammoniakalischen Lösung das Kobaltoxydul nicht wieder ab.

c) *Schwefelwasserstoff* bewirkt in den ammoniakalischen Lösungen des Kobaltoxyds und Nickeloxyds *schwarze* Niederschläge von Schwefelkobalt und Schwefelnickel.

Gruppe der Eisenoxyde, Manganoxyde, des Uranoxyds, Chromoxyds und der Thonerde.

Erste Untergruppe. *Chromoxyd und Thonerde.*

Charakter der Untergruppe. Die frischgefällten Hydrate dieser Oxyde lösen sich in Kalilauge.

Prüfung. Man vermischt die saure Lösung mit Kalilauge bis zur starken alkalischen Reaktion. Der anfangs entstehende Niederschlag löst sich bei weiteren Zusatz von Kalilauge wieder auf.

A. *Chromoxyd*

scheidet sich aus seiner alkalischen Lösung beim Kochen unlöslich ab; aus seinen sauren Lösungen wird es durch *Ammoniak* gefällt, der Niederschlag löst sich in *kohlensaurem Ammoniak.*

B. *Thonerde*

wird beim Kochen ihrer alkalischen Auflösung nicht abgeschieden; aus ihren sauren Auflösungen wird sie durch *Ammoniak* gefällt, der Niederschlag löst sich in *kohlensaurem Ammoniak* nicht auf.

Aus ihrer alkalischen Lösung wird die Thonerde durch *Chlorammonium* in weissen Flocken gefällt.

Zweite Untergruppe. *Eisenoxyde, Manganoxyde, Uranoxyd.*

Charakter der Untergruppe. Die frischgefällten Hydrate dieser Oxyde sind in Kalilauge unlöslich.

Prüfung: wie bei der ersten Untergruppe.

A. *Uranoxyd*

wird aus seinen sauren Auflösungen durch Kali als hellgelbes Hydrat gefällt; der Niederschlag löst sich auf Zusatz von *kohlensaurem Ammoniak* wieder auf.

B. *Eisenoxyde und Manganoxyde* werden aus ihren sauren Auflösungen durch Kali als rothbraune, graugrüne bis weisse Hydrate gefällt; diese lösen sich (besonders, wenn sie einige Zeit der atmosphär. Luft ausgesetzt worden sind) in kohlens. Ammoniak nicht wieder auf.

a) *Eisenoxyde.* Die sauerstoffärmeren Oxyde des Eisens gehen beim Kochen mit *Salpetersäure* in Eisenoxyd = Fe^2O^3 über. Vermischt man die saure Lösung dieses Oxyds mit kohlensaurem Natron bis zur Entstehung eines Niederschlags, darauf mit Essigsäure bis zum Wiederverschwinden desselben und erhitzt nun zum Sieden, so scheidet sich alles Eisenoxyd in braunrothen Flocken aus.

b) *Manganoxydlösungen* auf gleiche Weise wie die Eisenoxydlösungen (bei a) behandelt, geben keine Fällung; alles Mangan bleibt gelöst.

Zusammenstellung der chemischen Charaktere des Kobalts, Nickels, Zinks, Eisens und Mangans.

Kobalt.

1) Das *metallische* Kobalt ist röthlichgrau, hart, etwas hämmerbar, magnetisch, sehr schwer schmelzbar. Beim Glühen an der Luft verbrennt es zu schwarzem Kobaltoxyd-Oxydul. Das Kobalt löst sich in Salpetersäure zu salpetersaurem Kobaltoxydul.

2) Das *Schwefelkobalt* ist schwarz, unlöslich im Wasser, Essigsäure, Schwefelkalium und Schwefelammonium; löslich in Salzsäure und Salpetersäure.

3) Das *Kobaltoxydulhydrat* ist röthlichblau, unlöslich im Wasser, Aetzkali, kohlens. Natron; löslich in Salzsäure, Salpetersäure, Ammoniak, kohlens. Ammoniak; die ammoniakalische Lösung wird durch überschüssiges Kali nicht gefällt.

4) *Oxalsaures Kobaltoxydul* ist pfirsichblüthroth, unlöslich in Oxalsäure, löslich in Ammoniak.

Nickel.

1) Das *metallische* Nickel ist silberweiss ins Stahlgraue, sehr hart, dehnbar, sehr strengflüssig, magnetisch; lässt sich schweissen. An der Luft geglüht, verbrennt es zu Nickeloxydul. Das Nickel löst sich in Salpetersäure auf; die Lösung enthält salpetersaures Nickeloxydul.

2) Das *Schwefelnickel* ist schwarz, unlöslich in Wasser, Essigsäure, Schwefelkalium, Schwefelammonium; löslich in Salzsäure und Salpetersäure.

3) Das *Nickeloxydulhydrat* ist hellgrün, unlöslich in Wasser, Aetzkali, kohlens. Natron; löslich in Salpetersäure, Salzsäure, Ammoniak, kohlens. Ammoniak; unlöslich in Ammoniak bei Gegenwart von überschüssigem Kali.

4) *Oxalsaures Nickeloxyd* ist blassgrün, unlöslich in Oxalsäure, löslich in Ammoniak.

Zink.

1) Das *metallische* Zink ist krystallinisch, bläulich-grauweiss; bei 100—150° C. ist es leicht dehnbar; bei gewöhnlicher

Temperatur, noch mehr bei 205° C. ist es spröde und zu Pulver zerreiblich. An der Luft erhitzt, verbrennt es mit bläulich weissem Lichte zu weissem, in der Hitze gelbem Zinkoxyd. Das Zink löst sich leicht in Salzsäure, Salpetersäure und verdünnter Schwefelsäure.

2) Das *Schwefelzink* ist weiss, unlöslich in Wasser, Essigsäure, Schwefelkalium, Schwefelammonium; löslich in verdünnter Salzsäure oder Salpetersäure.

3) Das *Zinkoxyd und das Zinkoxydhydrat* sind weiss, unlöslich im Wasser, leichtlöslich in Salpetersäure, Salzsäure; das Hydrat leichtlöslich in Ammoniak, kohlens. Ammoniak, Salmiak, Aetzkali, Aetznatron; unlöslich in kohlens. Natron und kohlens. Kali.

4) *Zinkoxydsalze* geben auf Kohle geglüht einen in der Hitze gelben, beim Erkalten weissen Beschlag von Zinkoxyd.

Eisen.

1) Das reine *metallische* Eisen ist grauweiss, zähe, sehr hart und dehnbar, sehr schwer schmelzbar, schweissbar, wird vom Magnet gezogen. An der Luft geglüht, verbrennt es zu schwarzen spröden Schuppen von Eisenhammerschlag = Fe^8O^9. Das Eisen löst sich in Salzsäure, Salpetersäure, verdünnter Schwefelsäure. Die salzsaure Lösung enthält Eisenchlorür (salzsaures Eisenoxydul), die schwefelsaure Lösung schwefels. Eisenoxydul, die salpeters. Lösung salpeters. Eisenoxyd.

An feuchter kohlensäurehaltiger Luft rostet das Eisen, d. h. es verwandelt sich auf der Oberfläche in Eisenoxydhydrat.

2) Das *Schwefeleisen* ist schwarz, unlöslich in Wasser, Schwefelkalium, Schwefelammonium; es ist löslich (häufig unter Zurücklassung einer weissen Trübung von ausgeschiedenem Schwefel) in Essigsäure, Salzsäure, Salpetersäure.

3) Das *Eisenoxydulhydrat* ist weiss, wird aber an der Luft durch Sauerstoffaufnahme schnell graugrün, zuletzt rothbraun; es ist unlöslich im Wasser, auflöslich in Salzsäure, Schwefelsäure, salmiakhaltiger Aetzammoniakflüssigeit. Diese letztere Lösung lässt an der Luft braune Flocken

von Eisenoxydhydrat fallen. Die Eisenoxydulsalze werden durch Kaliumeisencyanid tief dunkelblau gefällt.

4) Das *Eisenoxyd* ist braunroth; das *Eisenoxydhydrat* rothbraun, unlöslich in reinem Wasser, in Ammoniak, salmiakhaltigen Ammoniak, Kali; löslich in Salzsäure, Salpetersäure, Essigsäure. Die Eisenoxydlösungen werden durch *Kaliumeisencyanid* dunkelbraun gefärbt, durch Kaliumeisencyanür tief dunkelblau gefällt.

5) Das *Eisenoxydoxydul* ist schwarz, das Eisenoxydoxydulhydrat braungrün bis schwarz. Die Eisenoxydoxydullösungen werden durch Kaliumeisencyanür und durch Kaliumeisencyanid dunkelblau gefällt.

6) Das *essigsaure Eisenoxyd* ist im Wasser löslich; beim Erhitzen seiner mit essigs. Natron vermischten Lösung scheidet sich essigsäurehaltiges Eisenoxydhydrat in braunen Flocken aus und die Lösung ist frei von Eisenoxyd.

7) Das *phosphorsaure Eisenoxyd* ist im frischgefällten Zustande gelblichweiss, höchst schwerlöslich in Essigsäure, leichtlöslich in essigsaurem Eisenoxyd, in Salzsäure oder Salpetersäure.

8) Die Verbindungen des Eisens mit verschiedenen Mengen von Cyan sind blaue, im Wasser und Salzsäure unlösliche Substanzen (Berlinerblau).

9) Die Eisenoxydul- und Eisenoxydsalze lassen beim Glühen auf der Kohle Rückstände, die vom Magnete gezogen werden.

10) Die Boraxperle wird durch Eisenoxydul bouteillengrün, durch Eisenoxyd in der Hitze dunkelbräunlichgelb, in der Kälte hellgelb gefärbt.

11) Die Auflösungen der Eisenoxydulsalze sind grünlich oder bläulich gefärbt; die Eisenoxydsalze lösen sich mit gelber, bräunlichgelber bis brauner Farbe.

Mangan.

1) Das *metallische Mangan* ist grauweiss, sehr spröde, sehr schwer schmelzbar. An der Luft erhitzt, oxydirt es sich zu rothbraunem Manganoxyd-Oxydul. In verdünnten Säuren löst es sich unter Wasserstoffentwickelung auf; die Lösungen enthalten Manganoxydulsalze.

2) Das frischgefällte *Schwefelmangan* ist röthlichweiss, unlöslich im Wasser, Schwefelkalium, Schwefelammonium; löslich in Essigsäure, Salzsäure, Salpetersäure.

3) Das *Manganoxydulhydrat* ist weiss, unlöslich in Kalilauge, löslich in Ammoniak nebst Salmiak; an der Luft nimmt es Sauerstoff auf und verwandelt sich in braunes Manganoxydhydrat.

4) Das *Manganoxydhydrat* löst sich in kalter Salzsäure unverändert zu einer braunen Flüssigkeit; beim Erhitzen entwickelt die Lösung Chlor und verwandelt sich in fast farbloses Manganchlorür (salzsaures Manganoxydul). Das Manganoxydhydrat ist unlöslich in Kali, Ammoniak, Salmiak und kohlens. Ammoniak.

5) Das *Manganhyperoxyd* (der Braunstein, das Manganbioxyd) ist grauschwarz, metallglänzend; es löst sich in erwärmter Salzsäure unter Chlorentwickelung zu salzsaurem Manganoxydul (Manganchlorür) auf.

6) *Essigsaures Manganoxydul* wird beim Kochen seiner wässrigen Lösung nicht getrübt.

7) Die Manganverbindungen, mit Soda auf dem Platinblech geglüht, geben grüne Schlacken von mangans. Natron.

Die Manganoxyde färben die Boraxperle violett.

Zusammenstellung der chemischen Charaktere des Uranoxyds, Chromoxyds und der Thonerde.

Uranoxyd.

1) Das reine *Uranoxyd* ist ziegelroth, das Uranoxydhydrat hellgelb.

2) Saure Uranoxydlösungen werden durch Schwefelwasserstoff nicht gefällt; Ammoniak und Schwefelammonium fällen Uranoxydhydrat (kein Schwefeluran).

3) Das *Uranoxydhydrat* ist unlöslich in Ammoniak, Aetzkali, Salmiak; löslich in Salzsäure, Salpetersäure, Essigsäure, kohlens. Ammoniak.

Die Lösungen des Uranoxyds besitzen gelbe Farbe.

4) Die Boraxperle wird durch Uranoxyd braungelb oder röthlichgelb gefärbt.

Chromoxyd.

1) Das *Chromoxyd* ist dunkelgrün, das Chromoxydhydrat bläulichgrau; es löst sich in Salzsäure, in Kali, kohlens. Ammoniak; es ist unlöslich in Ammoniak, Salmiak.

2) Schwefelwasserstoff fällt nicht die sauren Chromoxydlösungen; Schwefelammonium fällt Chromoxydhydrat (kein Schwefelchrom).

3) Chromoxyd färbt die Boraxperle smaragdgrün.

4) Durch Glühen mit Salpeter geht das Chromoxyd in Chromsäure über, die mit Kali verbunden bleibt; das chroms. Kali löst sich mit gelber Farbe im Wasser.

Das Nähere über die Chromsäure siehe bei den Säuren.

Thonerde.

1) Die reine farblose Thonerde verändert sich nicht beim Glühen; sie verändert nicht das feuchte Curcumapapier oder Lacmuspapier. Mit salpetersaurem Kobaltoxyd benetzt und geglüht, nimmt sie eine blaue Farbe an (Unterschied von der Kieselerde).

2) Die sauren Thonerdelösungen werden durch Schwefelwasserstoff nicht gefällt; Aetzammoniak fällt daraus weisses opalisirendes Thonerdehydrat, welches in Ammoniak unlöslich ist, aber in *Aetzkalilauge* sich leicht wieder auflöst. Das frischgefällte Thonerdehydrat ist überhaupt leichtlöslich in ätzender Kali- oder Natronlauge, aber *unlöslich* in kohlensaurem Natron, oder kohlens. Kali (Unterschied von der Kieselerde).

3) Die *Thonerdeverbindungen*, mit Salzsäure vermischt und zur Trockne verdampft, lösen sich in Salzsäure vollständig wieder auf; nur wenn kieselsaure Thonerde gelöst vorhanden war, so geht nach dem Abdampfen zur Trockne die Thonerde allein in Lösung über, die Kieselerde bleibt ungelöst (Trennung der Thonerde von der Kieselerde).

4) Die *phosphorsaure Thonerde* ist auflöslich in Salzsäure, Salpetersäure, Aetzkalilauge, Aetznatronlauge; sie löst sich nicht im Wasser, Ammoniak, Essigsäure; aus diesem Grunde wird die phosphorsaure Thonerde aus ihren alkalischen Lösungen durch *Chlorammonium* gefällt, desgl. durch Ansäuren mit Essigsäure (Unterschied von der rei-

nen Thonerde; die kalische Auflösung der letzteren wird zwar auch durch Chlorammonium gefällt, aber Essigsäure löst den anfangs durch die Neutralisation bewirkten Niederschlag wieder auf).

5) Die *kieselsaure Thonerde* kommt in der Ackererde wenigstens in drei Formen vor;

a) als *Lettenthon;* er ist bläulich-schiefergrau-gefärbt, wird beim Glühen gelblichgrau; er enthält neben kieselsaurer Thonerde auch kiesels. Talkerde und kiesels. Eisenoxyd-Oxydul chemisch gebunden; beim Kochen mit Salzsäure löst er sich mit Zurücklassung von etwas [b]Kieselerde auf.

b) Als *gemeiner Thon;* dieser ist entweder farblos (Porzellanthon) oder bläulich, röthlich, gelblich gefärbt (Töpferthon, Pfeifenthon). Er ist unlöslich in Salzsäure; mit Schwefelsäurehydrat erhitzt, löst er sich theilweise mit Zurücklassung von [b]Kieselerde auf. Die Auflösung enthält Thonerde nebst etwas Eisenoxyd, mitunter auch etwas Talkerde.

c) Als *kieselerdereichster Thon;* er ist farblos; unlöslich in Salzsäure und Schwefelsäure; er ist aber auflöslich in Kalilauge, sobald letztere über demselben bis zur Trockne verdampft wird. (Unterschied vom feinzertheilten Quarzsand, welcher unlöslich in Kalilauge ist.) Was man in den Analysen der Ackererden mit *Thon* bezeichnet, ist ein Gemenge dieser drei Thonarten.

6) Die schwefels. Auflösung der Thonerde, mit kohlens. Kali theilweise neutralisirt, giebt beim Verdunsten reguläre Octaëder von Kali-Alaun (Unterschied von der Kieselerde).

Unorganische Basen.

Siebente Reihe.

Baryt = BaO; Strontian = SrO; Kalk = CaO.

A. *Baryt.*

Verdünnte Schwefelsäure bewirkt einen weissen Niederschlag, welcher weder durch vieles Wasser, noch durch Kochsalz-Flüssigkeit wieder aufgelöst wird. (Um das Verhalten gegen beide Lösungsmittel zu ermitteln, lässt man in die zu prüfende Flüssigkeit 1 Tropfen verdünnte Schwefelsäure fallen und giesst nach und nach etwa das 20fache Vol. Wasser oder Kochsalzlösung zu dem trüben Gemisch.)

B. *Strontian und Kalk.*

Verdünnte Schwefelsäure bewirkt einen weissen Niederschlag, welcher entweder in vielem reinen Wasser oder in Kochsalzflüssigkeit sich wieder löst.

Die Prüfung geschieht auf gleiche Weise wie bei A angegeben wurde.

a) *Strontian- und Kalklösungen* werden durch oxalsaures Kali nebst Ammoniak gefällt; der Niederschlag ist unlöslich in Essigsäure.

b) *Kohlensaures Ammoniak* bewirkt in den mit Ammoniak alkalisch gemachten Lösungen des Strontians und Kalks Niederschläge, welche in Salpetersäure gelöst, mit Weingeist vermischt, beim Anzünden des Gemisches der Flamme eine *carminrothe* (bei *Strontian*) oder *gelbrothe* (bei *Kalk*) Färbung ertheilen.

c) *Gypswasser* bewirkt in nicht zu verdünnten Strontianlösungen (mit Ausnahme der wässrigen Lösung des schwefelsaurem Strontians) Trübungen. Saure Kalklösungen werden nicht gefällt.

Zusammenstellung der chemischen Charaktere des Baryts, Strontians und Kalks.

Baryt.

1) Der *reine Baryt* und das *Barythydrat* sind farblos, löslich im Wasser; die Lösung bräunt das Curcumapapier.

2) *Einfach-Schwefelbaryum* ist farblos; *Mehrfach-Schwefelbaryum* ist gelblich, löslich im Wasser; die Lösung bräunt das Curcumapapier. Durch Säuren wird es unter Ausscheidung von Schwefelwasserstoff zerlegt.

3) *Chlorbaryum* ist farblos, luftbeständig, leichtlöslich im Wasser; die Lösung reagirt neutral; unlöslich in concentrirter Salzsäure.

4) *Kohlensaurer Baryt* ist farblos, sehr schwerlöslich im Wasser, welches freies Ammoniak enthält; unter Aufbrausen leichtlöslich in Salzsäure, Salpetersäure, Essigsäure.

5) *Salpetersaurer Baryt* ist farblos, leichtlöslich in reinem Wasser, unlöslich in concentrirter Salpetersäure.

6) *Schwefelsaurer Baryt* ist farblos, unlöslich in Wasser, Essigsäure, Salzsäure, Salpetersäure, verdünnter Schwefelsäure, Ammoniak, Kali, Natron, Kochsalzlösung, Salmiaklösung. Feingepulverter schwefelsaurer Baryt mit kohlens. Kali oder kohlens. Natron geglüht, darauf mit Wasser gut ausgewaschen, giebt kohlens. Baryt, der nun in Salpetersäure sich leicht löst. In dieser Lösung kann der Baryt auf sein chemisches Verhalten geprüft werden.

7) *Phosphorsaurer Baryt* ist farblos, sehr schwerlöslich im Wasser, ammoniakalischen Chlorammonium, leichtlöslich in Essigsäure, Salpetersäure, Salzsäure.

8) *Barytsalze* färben die Spitze der Löthrohrflamme schwach gelbgrün.

9) Barytsalze mit flüchtigen oder durch glühende Kohle zerlegbaren Säuren geben nach dem Glühen auf der Kohle Rückstände, welche das feuchte Curcumapapier bräunen.

Strontian.

1) *Strontiumoxyd* (Strontian) und *Strontianhydrat* sind farblos, löslich im Wasser; die Lösung bräunt das Curcumapapier.

2) *Mehrfach-Schwefelstrontium* ist gelbgefärbt, löslich im Wasser, die Lösung bräunt das Curcumapapier; Säuren zerlegen dasselbe und entwickeln Schwefelwasserstoff.

3) *Chlorstrontium* ist farblos, leichtlöslich im Wasser; die Lösung reagirt neutral.

4) *Kohlensaurer Strontian* ist farblos, sehr schwerlöslich im Wasser, besonders bei Gegenwart von Ammoniak; leichtlöslich in Salzsäure, Salpetersäure, Essigsäure unter Aufbrausen.

5) *Salpetersaurer Strontian* ist farblos, neutral, leichtlöslich im Wasser, unlöslich in Weingeist.

6) *Schwefelsaurer Strontian* ist farblos (der natürlich vorkommende, der Cölestin, ist oft bläulich gefärbt), *sehr*

schwerlöslich im Wasser, Säuren und Alkalien. Die wässrige Lösung wird durch Chlorbaryum getrübt, nicht durch Gypswasser. Der frischgefällte schwefels. Strontian ist etwas löslicher in Kochsalzwasser als in reinem Wasser (Unterschied vom schwefels. Baryt). Schwefelsaurer Strontian, feingepulvert mit kohlens. Kali oder kohlens. Natron gemengt und geglüht, giebt kohlens. Strontian und schwefels. Kali oder Natron als Rückstand. Dieser, mit heissen Wasser gut ausgewaschen, hinterlässt kohlens. Strontian, welcher sich leicht in Salpetersäure löst; der Strontian kann nun in dieser Lösung auf seine Eigenschaften geprüft werden.

7) *Phosphorsaurer Strontian* ist farblos; höchst wenig löslich im Wasser, leicht und ohne Brausen löslich in Salzsäure, Salpetersäure, Essigsäure.

8) *Strontiansalze*, namentlich salpeters., phosphors., kohlens. Strontian, ferner reiner Strontian, Chlorstrontium und Schwefelstrontium färben die Spitze der Löthrohrflamme purpurroth.

9) *Chlorstrontium oder salpetersaurer Strontian* mit Weingeist übergossen, ertheilen dem angezündeten Weingeist beim Umrühren des Gemisches eine carminrothe Färbung.

10) *Strontiansalze* mit flüchtigen oder durch Kohle zerlegbaren Säuren geben nach dem Glühen auf der Kohle alkalische Rückstände.

Kalk.

1) *Kalk* (Calciumoxyd) und *Kalkhydrat* sind farblos, schwerlöslich im Wasser, die Lösung bräunt das Curcumapapier. An der Luft überzieht sich das Kalkwasser mit einer weisen Haut (von kohlens. Kalk).

2) *Einfach-Schwefelcalcium* ist farblos; *Mehrfach-Schwefelcalcium* ist gelbgefärbt; beide sind löslich im Wasser; die Lösung bräunt das Curcumapapier. Säuren scheiden Schwefelwasserstoff aus derselben ab.

3) *Chlorcalcium* ist farblos, leichtlöslich im Wasser; an der Luft zerfliesslich. Die Lösung wird durch Ammoniak nicht gefällt.

4) *Kohlensaurer Kalk* ist farblos, unlöslich (höchst schwerlöslich) im Wasser, leichtlöslich unter Aufbrausen in Salzsäure, Salpetersäure, Essigsäure; unlöslich in Ammoniak, Kali, kohlens. Natron. Verliert beim Glühen seine Kohlensäure und bräunt alsdann Curcumapapier.

5) *Salpetersaurer Kalk* ist farblos, leichtlöslich im Wasser und auch im Weingeist. Die Lösung wird durch Ammoniak nicht gefällt.

6) *Schwefelsaurer Kalk* ist farblos, ziemlich schwerlöslich im Wasser, leichter auflöslich in Kochsalzflüssigkeit, Chlorammonium, Salpetersäure, Salzsäure. Die Lösung wird durch Ammoniak nicht gefällt. Feinzerriebener schwefels. Kalk mit kohlens. Kali oder kohlens. Natron und Wasser gekocht, liefert unlöslichen kohlens. Kalk und leichtlösliches schwefels. Natron oder schwefels. Kali. Nach dem Auswaschen mit Wasser kann der kohlens. Kalk in Salpetersäure gelöst werden.

7) *Oxalsaurer Kalk* ist farblos, unlöslich in Wasser, Essigsäure, Oxalsäure, Ammoniak, Kali, Chlorammonium, Kochsalz; löslich in Salzsäure, Salpetersäure; beim schwachen Glühen verliert er Wasser und Kohlenoxyd und hinterlässt kohlens. Kalk; beim stärkeren Glühen verliert er noch ausserdem Kohlensäure und hinterlässt reinen Kalk.

8) *Phosphorsaurer Kalk* ist farblos, unlöslich in Wasser, Ammoniak, Aetzkali; er löst sich ohne Brausen in Salpetersäure, Salzsäure und im frischgefällten Zustande auch in Essigsäure. Die Lösung wird durch Ammoniak weiss gefällt.

9) *Kalksalze* färben beim Glühen die Spitze der Löthrohrflamme gelbroth.

10) *Chlorcalcium oder salpetersaurer Kalk* mit Weingeist übergossen, färben die Flamme des brennenden Weingeist hellgelbroth.

11) *Kalksalze* mit flüchtigen oder durch Kohle zerlegbaren Säuren geben beim Glühen auf der Kohle Rückstände, die das feuchte Curcumapapier bräunen.

Unorganische Basen.

Achte Reihe.

Talkerde = MgO; Lithion = LiO; Kali = KO; Natron = NaO; Ammoniumoxyd = H^4NO; Wasser = HO.

Erste Gruppe.

Feuerbeständige Basen.

Talkerde, Lithion, Kali, Natron

Prüfung. Man vermengt die trockne Substanz mit etwas gebranntem Kalk und erhitzt im Glasröhrchen. Es zeigt sich dabei im oberen Theile desselben keine Feuchtigkeit; ein gelbes Curcumapapier verändert seine Farbe durchaus nicht in der Luft oberhalb der geglühten Mischung.

Zweite Gruppe.

Flüchtige Basen.

Ammoniumoxyd und Wasser.

Prüfung: wie bei der ersten Gruppe; das gelbe Curcumapapier wird gebräunt durch die Dämpfe des *Ammoniaks;* es verdichtet sich eine neutr. Flüssigkeit im oberen Theile d. Röhrchens (*Wasser*).

Gruppe der Talkerde, des Lithions, Kalis und Natrons.

Erste Untergruppe.

Talkerde und Lithion.

Charakter der Untergruppe. Beide Basen geben mit Phosphorsäure u. Ammoniak Doppelsalze, schwerlöslich in ammoniakalischem Wasser.

Prüfung. Die nicht zu verdünnte (nöthigenfalls durch Abdampfen concentrirte) Flüssigkeit wird mit *phosphors. Natron* u. überschüssigem *Ammoniak* vermischt. Es entsteht entweder sogleich, oder beim Umrühren, oder nach längerem Stehen ein weisser pulverig-krystallinischer Niederschlag (phosphors. Ammoniak-Talkerde od. phosphors. Lithion-Ammoniak). Bleibt die Flüssigkeit auch nach längerem Stehen klar, so dampft man sie bis zur Trockenheit ein und löst den Rückstand in wenig kaltem Wasser. Zeigt sich die Lösung *trübe*, so rührt die Trübung von ausgeschiedenen phosphors. Lithion - Natron her.

Zweite Untergruppe.

Kali und Natron.

Charakter der Untergruppe. Beide Basen geben mit Phosphorsäure und Ammoniak Doppelsalze, leichtlöslich in ammoniakhaltigem Wasser.

Prüfung: wie bei der ersten Untergruppe.

Phosphorsaures Natron und Ammoniak bringen selbst in concentrirten Kali- oder Natronlösungen weder sogleich noch beim Stehen Trübungen hervor; das zur Trockne verdampfte Gemisch löst sich im Wasser völlig klar wieder auf.

Unterscheidung der Talkerde vom Lithion.

a) *Kalilauge* bewirkt in ammoniakfreien Talkerdelösungen, eine weisse Trübung (von Talkerdehydrat). Ammoniakhaltige Talkerdelösungen müssen mit Kalilauge bis zum Verschwinden des Ammoniakgeruchs gekocht werden, um die Trübung zu zeigen.

b) *Kalilauge* bringt in Lithionlösungen keine Fällung hervor, selbst nicht nach längerem Kochen des Gemisches.

Unterscheidung des Kalis vom Natron.

a) Die concentrirte Lösung des Kalis und seiner Salze wird durch überschüssige *Weinsäure* als weisses krystallinisches saures weins. Kali (Weinstein) gefällt; besonders nach Zusatz von etwas Weingeist und beim Umrühren.

b) *Platinchlorid* bringt in kalihaltigen Flüssigkeiten, welche mit ihrem gleichen Volum Weingeist vermischt worden sind, beim Umrühren entweder sogleich oder nach einiger Zeit einen gelben Niederschlag (von Platinchlorid-Chlorkalium) hervor.

c) *Natronlösungen* werden weder durch Weinsäure, noch durch Platinchlorid gefällt; nur in sehr concentrirten Flüssigkeiten entsteht durch Weinsäure eine Fällung von weinsaurem Natron, welche aber beim Zusatz eines gleichen Volums Wasser wieder verschwindet.

d) *Antimonsaures Kali* bewirkt in nicht zu verdünnten Natronlösungen beim Umrühren einen weissen krystallinischen Niederschlag (von antimons. Natron).

Bei Anwendung dieses Reagenzes darf die Flüssigkeit *nicht sauer* sein; röthet sie Lacmuspapier, so muss sie vorher durch reines Kali alkalisch gemacht werden. Auch dürfen ausser Kali und Natron keine weiteren Basen zugegen sein, weil diese ebenfalls durch antimonsaures Kali gefällt werden.

e) In neutralen oder alkalischen Lösungen, worin nur Kali vorhanden ist, bewirkt antimons. Kali keine Fällung.

f) In *verdünnten* Lösungen des Kalis oder Natrons bewirken weder Weinsäure, noch Platinchlorid, noch antimonsaures Kali Trübungen; es ist deshalb bei Prüfungen auf diese wichtigen Alkalien nothwendig, *concentrirte* Flüssigkeiten anzuwenden, oder verdünnte Flüssigkeiten vor der Prüfung durch Abdampfen zu concentriren.

Zusammenstellung der chemischen Charaktere der Talkerde, des Lithions, Kalis, Natrons, Ammoniaks und Wassers.

Talkerde.

1) Die *Talkerde* und das *Talkerdehydrat* sind farblos, höchst schwerlöslich im Wasser; die wässrige Lösung bräunt sehr schwach das Curcumapapier.

Das Talkerdehydrat ist in Wasser, welches Ammoniak und Ammoniaksalze (salzsaures, salpetersaures, kohlensaures Ammoniak) enthält, leicht löslich.

2) *Schwefelmagnium* (schwefelwasserstoffsaure Talkerde) lässt sich bei Gegenwart von Wasser nicht darstellen; in Talkerdesalzlösungen bringen weder Schwefelwasserstoff, noch Schwefelammonium Niederschläge hervor (oder wenn durch letzteres Reagenz eine Trübung von Talkerdehydrat entsteht, so löst sich dieselbe wieder in Salmiak).

3) *Chlormagnium* (salzsaure Talkerde) ist farblos, neutral, leicht löslich im Wasser, leicht zerfliesslich; beim Abdampfen zur Trockne und darauf folgendes Glühen verliert die salzsaure Talkerde ihre Salzsäure und hinterlässt reine Talkerde. Die Lösung der salzs. Talkerde wird nicht gefällt durch Ammoniak.

4) *Kohlensaure Talkerde* ist farblos, unlöslich im Wasser, unter Brausen löslich in Essigsäure, Salzsäure, Salpetersäure, *Schwefelsäure*.

5) *Salpetersaure Talkerde* ist farblos, leicht zerfliesslich, leicht löslich im Wasser, neutral; die Lösung wird nicht gefällt durch kohlensaures Ammoniak, und nach Zusatz von Salmiak auch nicht durch Ammoniak. *Aetzkali* fällt daraus weisses gallertartiges Talkerdehydrat; desgleichen *Kalkwasser*.

6) *Schwefelsaure Talkerde* ist farblos, leicht löslich im Wasser, nicht zerfliesslich, neutral; gegen Ammoniak, Kali, kohlensauren Ammoniak verhält sie sich der salpetersauren Talkerde ähnlich.

7) *Oxalsaure Talkerde* ist farblos, schwer löslich im Wasser, leicht löslich in Flüssigkeiten, welche Ammoniaksalze (kohlens., salzs., salpeters. Ammoniak) und freie Säuren

(Essigsäure, Salpetersäure, Salzsäure, Schwefelsäure, Oxalsäure) enthalten.

8) *Phosphorsaure Ammoniak-Talkerde* ist farblos, unlöslich im Wasser, welches Ammoniaksalze nebst freiem Ammoniak enthält, etwas löslich in reinem Wasser, leicht löslich in Essigsäure, Salpetersäure, Salzsäure, Schwefelsäure (in freien Säuren überhaupt).

9) *Talkerdesalze* leuchten beim Glühen stark, färben jedoch die Löthrohrflamme nicht merklich.

Mit Kobaltoxydlösung benetzt geglüht, nehmen sie eine röthliche Färbung an.

10) *Talkerdesalze* mit flüchtigen Säuren hinterlassen nach dem Glühen auf der Kohle Rückstände, welche das feuchte Curcumapapier schwach bräunen.

Lithion.

1) *Lithion* und *Lithionhydrat* sind farblos, im Wasser löslich; die Lösung bräunt Curcumapapier.

2) *Schwefellithium:* Einfach Schwefellithium ist farblos? Mehrfach Schwefellithium gelb gefärbt; beide sind im Wasser löslich; die Lösung bräunt Curcumapapier. Mit Säuren übergossen entwickelt es Schwefelwasserstoff.

3) *Chlorlithium* ist farblos, neutral, im Wasser leicht löslich, an der Luft zerfliesslich. Im absoluten Alkohol leicht löslich (Unterschied vom Chlornatrium und Chlorkalium, die sich nur höchst wenig im absoluten Alkohol lösen). Die concentrirte Lösung wird durch kohlens. Ammoniak weiss gefällt (als kohlens. Lithion).

4) *Kohlensaures Lithion* ist farblos, ziemlich schwer löslich in kaltem, leichter löslich in heissem Wasser (1 Theil kohlens. Lithion löst sich in 100 Theilen kaltem Wasser). Die Lösung bräunt Curcumapapier. Unlöslich in Weingeist.

5) *Salpetersaures Lithion* ist farblos, neutral, leicht zerfliesslich, leicht löslich im Wasser und auch im starken Weingeist.

6) *Schwefelsaures Lithion* ist farblos, neutral, leicht löslich im Wasser, auch im Weingeist.

7) *Phosphorsaures Lithion-Natron* ist farblos, schwer löslich in kaltem Wasser (1 Theil löst sich in 1400 Theilen Wasser von 15° C.). Es bildet sich beim Abdampfen einer wässrigen Lithionsalzlösung mit phosphorsaurem Natron und etwas kohlensauren Natron zur Trockne. Beim Uebergiessen des Rückstandes mit Wasser bleibt das phosphorsaure Lithion-Natron als weisses Pulver ungelöst zurück.

8) *Phosphors. Lithion-Ammoniak* fällt beim langsamen Abdampfen einer wässrigen Lithionsalzlösung mit phosphors. Ammoniak in durchsichtigen Körnern nieder.

9) Die *Lithionsalze* färben, am Platindrahte geschmolzen, die Löthrohrflamme *carminroth* (auch bei Gegenwart von Kali zeigt sich diese Färbung; bei Gegenwart von Natron und Lithion stellt sich gelbe Färbung ein). Die lithionhaltigen Thonerdesilicate (Petalit, Spodumen, Lepidolith, Lithionturmalin) und das phosphorsaure Eisenoxydul-Lithion (der Triphyllin) sind im Wasser unlöslich; beim Glühen ihres feinen Pulvers mit einem Gemenge aus 1 Th. Flussspath und 4 Theilen sauren schwefelsauren Kali, am Platindrahte vor dem Löthrohre, ertheilen sie der Löthrohrflamme eine Purpurfarbe *(C. Gmelin)*.

10) Eine Salzlösung, welche sich mit *Aetznatron* in der Kälte, oder mit *kohlens. Natron* in der Siedehitze nicht trübt, aber beim Abdampfen mit phosphors. Natron ein im kalten Wasser fast unlösliches weisses Pulver giebt, enthält Lithion *(Berzelius)*.

11) *Lithionsalze* mit flüchtigen oder durch glühende Kohlen zersetzbaren Säuren geben nach dem Glühen auf der Kohle alkalisch reagirende Rückstände.

Kali.

1) Das *Kali* ist eine graue, das *Kalihydrat* eine weisse Masse; beide sind leicht schmelzbar, leicht löslich im Wasser; die farblose Lösung (Kalilauge) bräunt stark das Curcumapapier.

2) *Einfach Schwefelkalium* und *Mehrfach Schwefelkalium* sind gelb, roth, bis braungelb gefärbt; sie lösen sich im Wasser zu gelben Flüssigkeiten, welche das Curcuma-

papier bräunen. Säuren entwickeln daraus Schwefelwasserstoff.

3) *Chlorkalium* bildet farblose Krystalle, leicht löslich im Wasser, neutral gegen Reagenzpapiere.

4) *Einfach kohlensaures Kali* ist ein farbloses, leicht im Wasser lösliches, an der Luft zerfliessendes Salz; die wässrige Lösung desselben bräunt stark das Curcumapapier. (Hauptbestandtheil der Potasche.)

5) *Phosphorsaures Kali* ist ein farbloses, im Wasser leicht lösliches Salz.

6) *Einfach schwefelsaures Kali* bildet farblose, wasserfreie, luftbeständige, neutral reagirende Krystalle, ziemlich leicht löslich im Wasser.

7) *Salpetersaures Kali* (Salpeter) krystallisirt in farblosen, wasserfreien, luftbeständigen Prismen, die sich leicht im Wasser lösen; die Lösung reagirt neutral. Auf Kohlen geglüht verpufft der Kalisalpeter.

8) *Saures weinsaures Kali* (Weinstein) bildet harte, farblose, im Wasser schwerlösliche Krystalle, die beim Erhitzen verkohlen. Die wässrige Lösung des Weinsteins röthet Lacmuspapier; der Glührückstand des Weinsteins bräunt Curcumapapier.

Im Ammoniak, wässrigen kohlens. Natron löst sich der Weinstein leicht auf.

9) *Saures oxalsaures Kali* ist ein im Wasser ziemlich schwerlösliches, lacmusröthendes, farbloses Salz.

10) *Antimonsaures Kali* ist ein farbloses, alkalisch reagirendes, im Wasser ziemlich leicht lösliches Salz; Säuren scheiden daraus weisses Antimonsäurehydrat ab.

11) *Platinchlorid-Chlorkalium* bildet gelbe, im weingeisthaltigen Wasser sehr schwer lösliche Krystalle.

12) *Kalisalze* mit flüchtigen oder durch Kohle zersetzbaren Säuren hinterlassen nach dem Glühen auf Kohle schmelzbare, das feuchte Curcumapapier bräunende Rückstände.

13) *Kalisalze* färben die Löthrohrflamme violett.

14) Das *Kalium* (Kalimetall), welches jetzt häufig im Handel vorkommt, ist ein weiches, schneidbares, auf frischen Schnittflächen bleigrau-glänzendes Metall; es überzieht sich an der Luft rasch mit einer grauen glanzlosen Haut

(Kaliumsuboxyd). Auf Wasser geworfen schwimmt es zischend auf demselben herum, bemächtigt sich des Sauerstoffs des Wassers und scheidet Wasserstoff aus; letzterer entzündet sich und verbrennt mit violettem Lichte wieder zu Wasser. Das dabei erzeugte Kaliumoxyd löst sich mit einem knackenden Geräusch im Wasser und ertheilt demselben alkalische Reaktion.

Natron.

1) *Natron* (Natriumoxyd) ist eine graue, *Natronhydrat* eine weisse, schmelzbare, im Wasser leicht auflösliche Masse; die farblose Auflösung (die Natronlauge) bräunt stark das Curcumapapier.

2) *Einfach-* und *Mehrfach-Schwefelnatrium* sind gelb gefärbte, im Wasser leicht lösliche Massen; die wässrige Lösung bräunt stark das Curcumapapier, Säuren entwickeln daraus Schwefelwasserstoff.

3) *Chlornatrium* (Kochsalz) bildet farblose, im Wasser leicht lösliche Krystalle; die wässrige Lösung ist farblos, neutral; sie wird durch salpetersaures Silberoxyd weiss gefällt, der Niederschlag ist unlöslich in Salpetersäure.

4) *Einfach kohlensaures Natron* bildet mit Wasser verbunbunden farblos durchsichtige, an trockner Luft zu weissem Pulver zerfallende Krystalle, die sich *leicht* im Wasser zu einer das Curcumapapier stark bräunenden Flüssigkeit lösen (Soda). Braust mit Säuren.

5) *Halbphosphorsaures Natron* mit Wasser verbunden bildet farblose, im Wasser leicht lösliche, das Curcumapapier schwach bräunende Krystalle. Braust nicht mit Säuren; giebt mit salpeters. Silberoxyd einen eigelben Niederschlag.

6) *Einfach schwefelsaures Natron* mit Wasser verbunden (Glaubersalz) bildet farblose, prismatische, an trockner Luft zu weissem Pulver zerfallende Krystalle, die sich leicht im Wasser zu einer neutralen Flüssigkeit lösen. Die Lösung braust nicht beim Vermischen mit Salzsäure; die salzsäurehaltige Lösung wird durch Chlorbaryum weiss getrübt.

7) *Zweifach borsaures Natron* mit Wasser verbunden (Borax) bildet farblose, an der Luft langsam verwitternde, im Wasser leicht lösliche Krystalle; die Lösung bräunt schwach

das Curcumapapier; aus der concentrirten Lösung schlagen Säuren weisse Schuppen von Borsäure nieder.

8) *Salpetersaures Natron* (Chilisalpeter) bildet farblose rhomboëdrische Krystalle, leicht löslich im Wassser, die Lösung reagirt neutral. Auf Kohlen geglüht verpufft der Chilisalpeter.

9) *Saures weinsaures Natron* und *saures oxalsaures Natron* sind farblose, im Wasser leicht lösliche Salze.

10) *Antimonsaures Natron* bildet farblose, im Wasser schwer lösliche Krystalle.

11) *Platinchlorid-Chlornatrium* ist ein gelbes, im Wasser und wässrigem Weingeist leicht lösliches Salz.

12) *Natronsalze* mit flüchtigen oder durch Kohle zersetzbaren Säuren hinterlassen nach dem Glühen auf der Kohle Rückstände, die das Curcumapapier stark bräunen.

13) Die Natronsalze färben beim Glühen vor der Löthrohrflamme die Spitze derselben gelb.

Ammoniak.

1) *Ammoniak* ist bei gewöhnlicher Temperatur ein farbloses, eigenthümlich unangenehm (urinös, stechend) riechendes, das feuchte Curcumapapier bräunendes Gas. Im Wasser löst es sich in Menge zu einer farblosen, dem Gase ähnlich riechenden Flüssigkeit (Ammoniakflüssigkeit, Salmiakgeist).

2) *Einfach Schwefelammonium* löst sich farblos im Wasser; *Mehrfach Schwefelammonium* giebt eine gelbgefärbte Lösung; beide Flüssigkeiten bräunen stark das Curcumapapier, riechen unangenehm nach Ammoniak und Schwefelwasserstoff. Säuren entwickeln daraus Schwefelwasserstoffgas.

3) *Chlorammonium* (Salmiak, salzsaures Ammoniak) ist ein farbloses, geruchloses, sublimirbares, im Wasser leicht lösliches Salz. Die wässrige Lösung reagirt neutral; das damit benetzte Lacmuspapier röthet sich jedoch beim Liegen an der Luft nach einiger Zeit.

4) *Anderthalbfach kohlensaures Ammoniak* bildet farblose, durchscheinende, stark ammoniakalisch riechende, im Wasser leicht lösliche Stücken. Die wässrige Lösung bräunt stark das Curcumapapier. Leicht flüchtig. Braust mit Säuren.

Zweifach kohlensaures Ammoniak ist ein weisses Salzpulver, von geringem ammoniakalischen Geruch; leicht

löslich im Wasser. Die Lösung bräunt nur schwach das Curcumapapier. Leicht flüchtig. Braust mit Säuren.

5) *Phosphorsaures Ammoniak* bildet farblose, im Wasser leicht lösliche Krystalle.

6) *Schwefelsaures Ammoniak;* farblose, neutral reagirende, im Wasser leicht lösliche Krystalle.

7) *Chlorplatin-Chlorammonium* bildet gelbe, im Wasser schwer und im wässrigen Weingeist sehr schwer lösliche Krystalle.

8) Beim Erhitzen der Ammoniaksalze mit Kalk, oder beim Uebergiessen mit Kalilauge entweicht das Ammoniakgas, erkennbar an der Bräunung des feuchten Curcumapapiers durch dasselbe.

Wasser.

1) Das Wasser ist bei gewöhnlichem Luftdruck zwischen 0^0 C. und 100^0 C. eine farblose tropfbare Flüssigkeit; bei und unterhalb 0^0 C. ist es fest (Eis); bei 100^0 C. siedet es und bildet farblose Dämpfe. Es ist völlig neutral (verändert weder Curcuma- noch Lacmuspapier); es wird nicht gefällt durch Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Schwefelammonium, kohlens. Natron, phosphors. Natronammoniak, Kali, oxals. Kali, verdünnte Schwefelsäure, Kaliumeisencyanür, Kaliumeisencyanid, Galläpfelaufguss (s. auch S. 122).

2) Mit Säuren verbindet sich das Wasser zu den *Säurehydraten;* obgleich es die Säuren durchaus nicht neutralisirt, führt es doch in diesen Verbindungen den Namen *basisches Wasser*, weil es in denselben die Stelle einer Basis einnimmt. Das nicht chemisch gebundene Wasser, das *Lösungswasser* entweicht bei niederen Temperaturgraden als das chemisch gebundene basische Wasser. Aus vielen Säurehydraten (z. B. aus Schwefelsäurehydrat, Phosphorsäurehydrat) lässt sich das basische Wasser durch blosse Erhitzung nicht austreiben; die Hydrate verflüchtigen sich unzersetzt. Erhitzt man solche Hydrate mit einer stärkern wasserfreien Basis, z. B. mit gebranntem Kalk, so entweicht das basische Wasser und verdichtet sich im obern Theile des Erhitzungsgefässes in farblosen neutralen Tropfen.

3) Ueber das mit Basen verbundene Wasser (acides Wasser) siehe bei der Prüfung auf Säuren.

Tabellen zur Ermittelung der unorganischen Säuren.

Unorganische Säuren.

Erste Klasse.

Klassencharakter. Die hierher gehörigen Säuren verbinden sich entweder direkt mit *Silberoxyd*, *Bleioxyd*, *Baryt* und *Kalk* oder sie zerlegen sich mit denselben zu Verbindungen erster Ordnung. Jede Säure der ersten Klasse erzeugt wenigstens mit *einem* der genannten Oxyde eine Verbindung, unlöslich in Essigsäure oder Salpetersäure.

Prüfung: 1) Man vermischt eine Portion der Lösung mit etwas *salpetersaurem Silberoxyd*, darauf mit soviel *Salpetersäure*, dass die Flüssigkeit Lacmuspapier deutlich röthet. Ein bleibender Niederschlag beweist die Gegenwart einer oder mehrerer der folgenden Säuren:

Einfach Schwefelwasserstoff = HS; *Fünffach Schwefelwasserstoff* = HS^5; *unterschweflige Säure* = S^2O^2; *Jodwasserstoff* = HJ; *Bromwasserstoff* = HBr; *Chlorwasserstoff* = HCl; *unterchlorige Säure* = ClO; *Cyanwasserstoff* = HCy (= HC^2N); *Eisencyanür-Cyanwasserstoff* = 2HCy,FeCy; *Eisencyanidcyanwasserstoff* = HCy,Fe^3Cy^3. (*Bromsaures* und *jodsaures* Silberoxyd sind sehr schwerlöslich in Salpetersäure; desgl. das durch Ameisensäure oder phosphorige Säure reducirte Silber.)

2) Eine zweite Portion der Lösung wird mit *essigsaurem Bleioxyd (Bleizucker)* vermischt, darauf mit *Essigsäure* angesäuert; ein bleibender Niederschlag kann herrühren von Verbindungen des Bleioxyds mit folgenden Säuren:

Fluorwasserstoff = HF; *schweflige Säure* = SO^2; *Schwefelsäure* = SO^3; *Chromsäure* = CrO^3; *Phosphorsäure* = PO^5; *phosphorige Säure* = PO^3; *Arsensäure* = AsO^5; *Oxalsäure* = C^2O^3; *Einfach Schwefelwasserstoff; Fünffach Schwefelwasserstoff* und *Eisencyanür-Cyanwasserstoff*. (Bromsaures und jodsaures Bleioxyd sind in Essigsäure schwer löslich.)

3) Eine dritte Portion vermischt man mit *Ammoniak* und *Chlorbaryum*, darauf mit *Essigsäure*, bis zur deutlich sauren Reaktion; eine bleibende Trübung zeigt folgende Säuren an:

Schwefelsäure = SO^3; *Chromsäure* = CrO^3; *Fluorwasserstoff* = HF. (Bromsaurer und jodsaurer Baryt sind schwerlöslich in Essigsäure.)

4) Eine vierte Portion vermischt man mit *Chlorcalcium*, darauf mit *Essigsäure* bis zur sauren Reaktion; ein bleibender Niederschlag zeigt die Gegenwart von *Oxalsäure* oder *Fluorwasserstoff* an.

Bemerkung. In Flüssigkeiten, welche *Silberoxyd*, *Quecksilberoxydul*- oder *Bleioxyd* enthalten, müssen statt des Chlorbaryums oder Chlorcalciums entweder salpetersaurer oder essigsaurer Baryt und Kalk als Reagentien angewandt werden.

Erste Ordnung

(der sämmtl. Säuren erste Ordnung).

Ordnungscharakter. Die Säuren zerlegen sich mit Silberoxyd in Verbindungen, unlösl. in Salpetersäure.

Prüfung. Man vermischt die Lösung mit salpetersaurem Silberoxyd; es entsteht ein Niederschlag, unlöslich in Salpetersäure, bei Gegenwart von: *Einfach-Schwefelwasserstoff*, *Fünffach-Schwefelwasserstoff*, *unterschwefliger Säure*, *Jodwasserstoff*, *Bromwasserstoff*, *Chlorwasserstoff*, *unterchloriger Säure*, *Cyanwasserstoff*, *Eisencyanür-Cyanwasserstoff*, *Eisencyanid-Cyanwasserstoff*.

Zweite Ordnung

(der sämmtl. Säuren zweite Ordnung).

Ordnungscharakter. Die Säuren gehen mit Silberoxyd Verbindungen ein, löslich in Salpetersäure.

Prüfung: wie bei der ersten Ordnung; entweder es entsteht ein Niederschlag, löslich in Salpetersäure, oder es erscheint kein Niederschlag, bei Gegenwart von *Schwefelsäure*, *schweflig. Säure*, *Chromsäure*, *phosphoriger Säure*, *Phosphorsäure*, *Arsensäure*, *Oxalsäure* und *Fluorwasserstoffsäure*.

Unorganische Säuren.

Zweite Klasse.

Klassencharakter. Die hierher gehörigen Säuren verbinden sich direkt mit *Silberoxyd*, *Bleioxyd*, *Baryt* oder *Kalk* zu Salzen, die entweder schon im Wasser, oder doch in Essigsäure oder Salpetersäure löslich sind.

Prüfung: wie bei der ersten Klasse; es entstehen

1) durch *salpetersaures Silberoxyd* entweder keine Fällungen, oder Niederschläge, löslich in Salpetersäure;
2) durch *essigsaures Bleioxyd* (statt des Bleizuckers ist es hier besser, basisch essigsaures Bleioxyd = *Bleiessig* anzuwenden),
3) durch *Chlorbaryum* (oder salpetersauren oder essigsauren Baryt),
4) durch *Chlorcalcium* (oder salpetersauren oder essigsauren Kalk), entstehen entweder keine Niederschläge, oder solche, die in Essigsäure löslich sind.

Zu den Säuren der zweiten Klasse gehören:

Chlorsäure = ClO^5; *Bromsäure* = BrO^5; *Jodsäure* = JO^5; *Salpetersäure* = NO^5; *arsenige Säure* = AsO^3;
Borsäure = BO^3; *Kohlensäure* = CO^2; *Kieselsäure* = SiO;
Essigsäure = $C^4H^3O^3$; *Ameisensäure* = C^2HO^3.

Aehnliches Verhalten zeigen die *Hydrate der Alkalien und Erdalkalien.*

Erste Ordnung

(der sämmtl. Säuren dritte Ordnung).

Ordnungscharakter u. Prüfung.

a) Auf *trocknem Wege.* Die Salze der hierher gehörigen Säuren zeigen beim Glühen auf der Kohle eine *Verpuffung.*

b) Auf *nassem Wege.* Concentrirte Salzsäure, mit den Säuren dieser Ordnung oder ihren Salzen gemischt ertheilt der Flüssigkeit die Eigenschaft, Indiglösung zu entfärben.

Man giesst concentrirte Schwefelsäure auf etwas reines Kochsalz, setzt soviel Indiglösung hinzu, dass das Gemisch schwach, aber deutlich blau gefärbt ist, und bringt nun die zu prüfende Lösung Tropfen für Tropfen hinzu. Die Flüssigkeit wird ihre blaue Färbung verlieren bei Gegenwart von

Chlorsäure, *Bromsäure*, *Jodsäure*, *Salpetersäure.*

Zweite Ordnung

(der sämmtl. Säuren vierte Ordnung).

Ordnungscharakter u. Prüfung.

a) Beim Glühen auf der Kohle zeigen die Salze der hierher gehörigen Säuren keine Verpuffung. (Arsenige Säure und ihre Salze entwickeln auf glühenden Kohlen den knoblauchartigen Arsengeruch.)

b) Mit concentrirter Salzsäure lassen sich die Säuren dieser Ordnung oder ihre Salze mischen, ohne dass an dem Gemische bleichende Eigenschaften zu bemerken sind. —

Arsenige Säure, *Borsäure*, *Kohlensäure*, *Kieselsäure*, *Essigsäure*, *Ameisensäure*, *Hydrate* der Alkalien und Erdalkalien.

Unorganische Säuren.

Erste Ordnung.

Einfach-Schwefelwasserstoff = HS; Fünffach-Schwefelwasserstoff = HS^5; unterschweflige Säure = S^2O^2; Jodwasserstoff = HJ; Bromwasserstoff = HBr; Chlorwasserstoff = HCl; unterchlorige Säure = ClO; Cyanwasserstoff = HCy; Eisencyanür-Cyanwasserstoff = 2 HCy,FeCy; Eisencyanid-Cyanwasserstoff = 3 HCy,Fe^2Cy^3.

Erste Reihe

(der sämmtlichen Säuren erste Reihe).

Einfach-Schwefelwasserstoff; Fünffach-Schwefelwasserstoff; unterschweflige Säure, Jodwasserstoff, Eisencyanür-Cyanwasserstoff.

Charakter der Reihe. Die hierher gehörigen Säuren zerlegen sich mit Silberoxyd und geben Verbindungen, unlöslich in Ammoniak.

Prüfung. Man vermischt die Flüssigkeit mit *Ammoniak* bis zur alkalischen Reaktion, filtrirt das Gemisch wenn es trübe geworden sein sollte, und vermischt das Filtrat mit *salpetersaurem Silberoxyd*. Bei Gegenwart von Säuren der ersten Reihe entsteht alsdann ein Niederschlag, der auf Zusatz von Ammoniak sich nicht wieder auflöst.

Erste Gruppe.

Einfach- u. Mehrfach-Schwefelwasserstoff, unterschweflige Säure.

Charakter der Gruppe. Leicht flüchtige, stinkende Säuren, desgl. solche, die sich in flüchtige übelriechende Produkte zerlegen, wenn sie in Freiheit gesetzt werden.

Prüfung. Salzsäure, bis zur starken Röthung des Lacmuspapiers zur Lösung gemischt, entwickelt übelriechende, das feuchte Lacmuspapier nicht bleichende gasförmige Säuren.

Zweite Gruppe.

Jodwasserstoff und Eisencyanür-Cyanwasserstoff.

Charakter der Gruppe und Prüfung. Diese beiden Säuren sind in wässriger Lösung bei gewöhnlicher Temperatur wenig oder nicht flüchtig; ihre mit Salzsäure vermischten Lösungen besitzen deshalb keinen auffallenden Geruch.

Zweite Reihe

(der sämmtlichen Säuren zweite Reihe).

Chlorwasserstoff, Bromwasserstoff, Cyanwasserstoff, Eisencyanid-Cyanwasserstoff, unterchlor. Säure.

Charakter der Reihe. Die hierher gehörigen Säuren zerlegen sich mit Silberoxyd und geben Verbindungen, löslich in Ammoniak.

Prüfung: wie bei der ersten Reihe; entweder entsteht in der ammoniakalischen klaren Flüssigkeit auf Zusatz von salpetersaurem Silberoxyd kein Niederschlag, oder ein solcher, der sich auf Zusatz von Ammoniak wieder auflöst.

A. *Eisencyanid-Cyanwasserstoff.*

Die frischbereitete Lösung des schwefelsauren Eisenoxyduls (Eisenvitriols) bewirkt einen tiefdunkelblauen Niederschlag (Berlinerblau).

B. *Cyanwasserstoff, Bromwasserstoff, Chlorwasserstoff, unterchlorige Säure.*

Eisenvitriollösung bewirkt in den Lösungen dieser Säuren weder blaue Färbung noch Fällung (in alkalischen Flüssigkeiten entsteht ein grünlichgrauer Niederschlag, der sich auf Zusatz von Salzsäure wieder löst).

Unorganische Säuren.

Zweite Ordnung.

Schweflige Säure = SO^2; Schwefelsäure = SO^3; Chromsäure = CrO^3; phosphorige Säure = PO^3; Phosphorsäure = PO^5; Arsensäure = AsO^5; Oxalsäure = C^2O^3; Flusssäure (Fluorwasserstoff) = HF.

Erste Reihe

(der sämmtlichen Säuren dritte Reihe).

Fluorwasserstoff u. Oxalsäure.

Charakter der Reihe. Beide Säuren gehen mit Kalk Verbindungen ein, unlöslich in Essigsäure.

Prüfung. Chlorcalcium bewirkt einen in Essigsäure unlöslichen Niederschlag; ist die Lösung sauer, so muss noch *essigsaures Natron* in nicht zu geringer Menge zugefügt werden, um den Niederschlag hervorzubringen. Der letztere ist entweder Fluorcalcium oder oxalsaurer Kalk.

A. *Fluorwasserstoff.*

Der durch Chlorcalcium nebst essigs. Natron erzeugte Niederschlag ist unlöslich in Salpetersäure.

B. *Oxalsäure.*

Der durch Chlorcalcium nebst essigs. Natron erzeugte Niederschlag ist in Salpetersäure löslich.

Zweite Reihe

(der sämmtlichen Säuren vierte Reihe).

Schweflige Säure, Schwefelsäure, Chromsäure, phosphorige Säure, Phosphorsäure, Arsensäure.

Charakter der Reihe. Die genannten Säuren geben mit Kalk Verbindungen, löslich in Essigsäure.

Prüfung: wie bei der ersten Reihe; der durch Chlorcalcium bewirkte Niederschlag ist löslich in Essigsäure (schwefels. Kalk löst sich erst in mit Wasser verdünnter Essigsäure).

Erste Gruppe.

Schwefelsäure u. Chromsäure.

Charakter der Gruppe. Die Barytsalze beider Säuren sind unlöslich in Essigsäure.

Prüfung. Chlorbaryum bewirkt in der mit Ammoniak neutralisirten Flüssigkeit einen Niederschlag, unlöslich in Essigsäure.

Zweite Gruppe.

Schweflige Säure, phosphorige Säure, Phosphorsäure, Arsensäure.

Charakter der Gruppe. Die Barytsalze der genannten Säuren sind in Essigsäure löslich.

Prüfung. Chlorbaryum bewirkt in der mit Ammoniak neutralisirten Flüssigkeit eine Fällung, löslich in Essigsäure.

Unorganische Säuren.

Dritte Ordnung.

Chlorsäure = ClO^5; Bromsäure = BrO^5; Jodsäure = JO^5; Salpetersäure = NO^5.

Erste Reihe

(der sämmtlichen Säuren fünfte Reihe).

Bromsäure und Jodsäure.

Charakter der Reihe. Beide Säuren geben mit Bleioxyd oder Silberoxyd Salze, sehr schwerlöslich im Wasser, Essigsäure oder Salpetersäure.

Prüfung.

1) Essigsaures Bleioxyd bewirkt weisse Niederschläge, schwerlöslich in Wasser u. in Essigsäure.
2) Salpetersaures Silberoxyd bewirkt weisse Niederschläge, schwerlöslich in Salpetersäure.

A. *Bromsäure.*

Die mit concentrirter Schwefelsäure erwärmte Lösung färbt sich gelbroth und giebt ebenso gefärbte Dämpfe, welche Stärkekleister gelb färben.

B. *Jodsäure.*

Die mit concentrirter *Salzsäure* und *Eisenvitriol* vermischte Lösung färbt Stärkemehl blau.

Zweite Reihe.

(der sämmtlichen Säuren sechste Reihe).

Chlorsäure und Salpetersäure.

Charakter der Reihe. Beide Säuren geben mit Bleioxyd oder Silberoxyd Salze, leichtlöslich in Wasser, Essigsäure oder Salpetersäure.

Prüfung.

1) Essigsaures Bleioxyd bewirkt entweder keine Fällung oder Niederschläge, löslich im Wasser.
2) Salpetersaures Silberoxyd bewirkt keine Fällung.

A. *Chlorsäure.*

Eine Probe der Lösung, mit ihrem fünffachen Volum reiner concentrirter Schwefelsäure vermischt, giebt Dämpfe, welche das feuchte Lacmuspapier bleichen.

B. *Salpetersäure.*

Die mit überschüssiger conc. Schwefelsäure vermischte Lösung giebt Dämpfe, welche feuchtes Lacmuspapier nicht bleichen.

Eine frischbereite hellgrüngelbe Lösung des *Eisenvitriols* auf die Oberfläche des Schwefelsäuregemisches gegossen (ohne umzurühren), färbt sich an der Berührungsfläche dunkelgrünbraun bis rothbraun.

Unorganische Säuren.

Vierte Ordnung.

Arsenige Säure = AsO^3; Borsäure = BO^3; Kohlensäure = CO^2; Kieselsäure = SiO; Essigsäure = $C^1H^3O^3$; Ameisensäure = C^2HO^3; Hydrate der Alkalien und Erdalkalien.

Erste Reihe

(der sämmtl. Säuren siebente Reihe).

Arsenige Säure, *Borsäure*, *Kohlensäure*, *Kieselsäure.*

Charakter der Reihe. Die Kalksalze der hierher gehörigen Säuren sind unlöslich im Wasser.

Prüfung. Kalkwasser bis zur alkalischen Reaktion zur Lösung gemischt, bewirkt einen Niederschlag.

Bemerkung. In Flüssigkeiten, worin sich durch Ammoniak fällbare Basen gelöst befinden, müssen diese erst durch Ammoniak niedergeschlgn. werden; die filtrirte ammoniakalische Flüssigkeit wird dann mit Kalkwasser geprüft.

A. *Arsenige Säure.*

Schwefelwasserstoff bewirkt in der mit Salzsäure angesäuerten Flüssigkeit einen gelben Niederschlag (Schwefelarsen), welcher gesammelt, mit Soda auf Kohle geglüht, den knoblauchartigen Arsengeruch verbreitet.

B. *Kohlensäure, Kieselsäure, Borsäure*

werden aus ihren sauren Lösungen durch Schwefelwasserstoff nicht gefällt.

Zweite Reihe

(der sämmtlichen Säuren achte Reihe).

Essigsäure und Ameisensäure; desgleichen die *Hydrate der Alkalien und Erdalkalien.*

Charakter der Reihe und Prüfung. Kalkwasser bewirkt entweder keine Fällung (in essigs. oder ameisens. Salzen), od. einen im Wasser löslichen Niederschlag (in conc. Hydraten der Alkalien).

Erste Gruppe.

Essigsäure und Ameisensäure.

Schwefelsäure zu den Lösungen essigsaurer oder ameisensaurer Salze gemischt, setzt diese stehend sauer riechenden, flüchtigen Kohlenwasserstoffoxyde in Freiheit; ein feuchtes Lacmuspapier wird in den über der Flüssigkeit befindlichen Dämpfen geröthet.

Zweite Gruppe.

Hydrate der Alkalien u. Erdalkalien.

Schwefelsäure bis zur sauren Reaktion zu der Lösung gemischt, bewirkt keine Abscheidung flüchtiger Säuren.

Unorganische Säuren.

Erste Reihe.

Einfach-Schwefelwasserstoff = HS; Fünffach-Schwefelwasserstoff = HS^5; unterschweflige Säure = S^2O^2; Jodwasserstoff = HJ; Eisencyanür-Cyanwasserstoff.

Erste Gruppe.

Einfach- und Mehrfach-Schwefelwasserstoff, unterschweflige Säure.

A. *Schwefelwasserstoffe.*

Salzsäure entwickelt ein farbloses, nach faulen Eiern riechendes Gas, welches das mit essigs. Bleioxyd getränkte Filtrirpapier schwärzt = HS; bei Gegenwart von Einfach-Schwefelwasserstoff bleibt das Gemisch klar, bei Anwesenheit von Mehrfach-Schwefelwasserstoff trübt sich die Flüssigkeit milchig-weiss bis gelblich-weiss (durch ausgeschiedenen Schwefel).

B. *Unterschweflige Säure.*

Salzsäure entwickelt ein farbloses nach brennendem Schwefel riechendes Gas (schweflige Säure), welches das Bleiessigpapier nicht schwärzt; gleichzeitig trübt sich die Flüssigkeit milchigweiss bis gelblich (von ausgeschiedenem Schwefel).

Zweite Gruppe.

Jodwasserstoff und Eisencyanür-Cyanwasserstoff.

A. *Jodwasserstoff.*

a) *Salpetersäure*, dann *Stärkmehl* zur Lösung gefügt, bewirken eine blaue Färbung (wegen Bildung von blauem Jodstärkmehl).

b) *Eisenchlorid* bewirkt in der sauren Lösung keine Bläuung.

B. *Eisencyanür-Cyanwasserstoff.*

a) *Eisenchlorid* bewirkt in der sauren Lösung eine blaue Färbung oder einen blauen Niederschlag (von Berlinerblau oder Eisencyanür-Cyanid).

b) *Salpetersäure*, dann *Stärkmehl* zur Lösung gefügt, bewirken keine Bläuung.

Zusammenstellung der chemischen Charaktere der zur ersten Reihe gehörigen Säuren.

Einfach-Schwefelwasserstoff.

1) Der *Schwefelwasserstoff* ist ein farbloses, nach faulen Eiern riechendes Gas, im Wasser etwas auflöslich; beim Aufbewahren der wässrigen Lösung in mit atmosphärischer Luft theilweise erfüllten Gefässen scheiden sich weisse Flocken von Schwefel aus und reines Wasser bleibt zurück. Die wässrige Lösung des Schwefelwasserstoffs röthet schwach das Lacmuspapier; auf Zusatz von Kalilösung verliert sie ihren Geruch (wegen Bildung von nicht flüchtigem Schwefelkalium), bleibt aber farblos.

2) Die neutrale, saure oder ammoniakalische Silberlösung wird durch Schwefelwasserstoff schwarz gefällt (als Schwefelsilber); die sauren oder alkalischen Bleioxydlösungen werden durch Schwefelwasserstoff schwarz gefällt (als Schwefelblei).

3) Die alkalischen Lösungen der einfach-schwefelwasserstoffsauren Salze (der Einfach-Schwefel-Metalle) werden auf Zusatz von Salzsäure nicht getrübt; es entwickelt sich nur Schwefelwasserstoffgas, an seinem Geruch und daran kenntlich, dass es Bleiessigpapier schwärzt.

Fünffach-Schwefelwasserstoff.

1) Der frisch abgeschiedene Fünffach-Schwefelwasserstoff ist eine durchsichtige, gelbe, ölartige Flüssigkeit, von stinkendem Geruch; er zerfällt beim Liegen an der Luft nach und nach in Schwefelwasserstoffgas und festen gelben Schwefel.

2) Mit Alkalien und Erdalkalien geht der Fünffach-Schwefelwasserstoff Verbindungen ein, die sich mit gelber Farbe im Wasser lösen (Fünffach-Schwefelmetalle). Beim Ansäuern der Lösung mit Salzsäure scheidet sich der Fünffach-Schwefelwasserstoff aus und trübt die Flüssigkeit milchig; in verdünnter saurer Flüssigkeit zerlegt er sich schnell in Schwefelwasserstoffgas und Schwefel.

3) Gegen Silberoxyd- und Bleioxydlösungen verhält er sich dem Einfach-Schwefelwasserstoff ähnlich.

4) Die sogenannten Schwefellebern sind Gemenge aus Fünffach-Schwefelalkalimetallen, Einfach-Schwefelalkalimetallen und unterschwefligsauren oder schwefelsauren Alkalien oder alkalischen Erden. So ist die Kalischwefelleber ein Gemisch aus Fünffach-Schwefelkalium mit mehr oder weniger Einfach-Schwefelkalium, unterschwefligsaurem und schwefelsaurem Kali.

Unterschweflige Säure.

1) Die *unterschweflige Säure* ist im reinen freien Zustande unbekannt; sie kann nur bestehen bei Gegenwart von Basen. Unterschwefligsaures Kali, Natron, Ammoniak, Baryt, Kalk, Zinkoxyd sind farblose, im Wasser leichtlösliche wasserhaltige Krystalle. Mischt man ein unterschwefligsaures Salz mit Salzsäure, so zerfällt die ausgetriebene unterschweflige Säure alsbald in leicht flüchtige schweflige Säure und festen Schwefel.

2) *Salpetersäure*, denn *salpetersaures Silberoxyd* zu unterschwefligsauren Salzen gefügt, bewirken einen weissen, schnell schwarz werdenden Niederschlag (Schwefelsilber), unlöslich in Ammoniak. In der Flüssigkeit findet sich die Hälfte des Schwefels der unterschwefligen Säure als Schwefelsäure.

Z. B. unterschwefligsaures Natron und salpetersaures Silberoxyd liefern Schwefelsilber, schwefelsaures Natron und freie Salpetersäure:

$$x\,HO + (NaO,S^2O^2) + (AgO,NO^5) = AgS\,♀ + (NaO,SO^3) + NO^5 + x\,HO.$$

3) Bei Abschluss der Luft erhitzt, entwickeln die unterschwefligsauren Alkalien Wasser, Schwefel und Schwefelwasserstoff, im Rückstande bleibt ein Gemenge von Schwefelmetall und schwefelsaurem Alkali.

Anhang zur unterschwefligen Säure.

Pentathionsäure = S^5O^5; *Tetrathionsäure* = S^4O^5; *Trithionsäure* = S^3O^5; *Dithionsäure* = S^2O^5.

Pentathionsäure.

1) Die *wässrige Pentathionsäure* ist ein farbloser, fast geruchloser Syrup, von stark saurem, herbem und bitterlichem Geschmack; beim Erhitzen des conc. Hydrats zerfällt es in Schwefel, schweflige Säure, Schwefelsäurehydrat und wenig Schwefelwasserstoff.

2) Mit überschüssigen Alkalien und Erdalkalien (Kali, Natron, Baryt, Kalk, Ammoniak) zusammen gebracht, zerlegt sich die Pentathionsäure in unterschweflige Säure, welche mit dem Alkali verbunden bleibt. Theilweise mit dem Alkali neutralisirt, bildet sie pentathions. Salze, welche bei Gegenwart von freier Säure Beständigkeit besitzen. Sämmtliche pentathions. Alkalien und Erdalkalien (auch der pentathions. Baryt) sind leicht und farblos löslich im Wasser.

3) *Pentathionsaures Bleioxyd* ist im Wasser leicht löslich. Beim Abdampfen der Lösung zerlegt sich das Salz in pulveriges weisses schwefelsaures Bleioxyd, Schwefelsäurehydrat, Fünffach-Schwefelwasserstoff und Einfach-Schwefelwasserstoff.

4) *Salpetersaures Quecksilberoxydul* bewirkt in Pentathionsäure und in ihren Salzen einen hellcitrongelben Niederschlag, während Schwefelsäure und Salpetersäure in Lösung bleiben. Der Niederschlag ist schwefelsaures Quecksilberoxyd-Schwefelquecksilber.

5) *Salpetersaures Silberoxyd* giebt in Pentathionsäure und in ihren Salzen einen anfangs gelben, dann braunen, zuletzt schwarzen Niederschlag (Schwefelsilber).

6) *Concentrirte Salpetersäure* scheidet aus reiner Pentathionsäure Schwefel ab; aus der gelblich trüben Flüssigkeit entwickelt sich Stickoxyd und in Lösung bleibt Schwefelsäure.

7) Die *Pentathionsäure* bildet sich bei der Einwirkung von Schwefelwasserstoff auf schweflige Säure; z. B., wenn Schwefelwasserstoffgas in wässrige schweflige Säure geleitet wird; wenn Kalischwefelleber mit conc. Schwefelsäure zusammenkommt u. s. w.

Tetrathionsäure.

1) Die *wässrige Tetrathionsäure* ist eine farblose, geruchlose, scharf sauer schmeckende Flüssigkeit. Im verdünnten Zustande lässt sie sich, ohne Zersetzung zu erleiden, zum Sieden erhitzen; die concentrirte Säure zerfällt dabei in Wasser, Schwefel, schweflige Säure und Schwefelsäure.

2) Die *Tetrathionsäure* bildet mit den Alkalien, Erdalkalien, (z. B. Baryt, Kalk), Erden, Zinkoxyd, Eisenoxyden, Kupferoxyden, Bleioxyd Salze, die sich im Wasser leicht auflösen.

3) Die wässrigen Lösungen der Tetrathionsäure und ihrer Salze werden durch *Zinnchlorür* und *Quecksilberchlorid* weiss gefällt. *Salpetersaures Quecksilberoxydul* bewirkt einen gelblichen Niederschlag, der bei Ueberschuss von Tetrathionsäure bald schwarz wird.

Salpeters. Silberoxyd bewirkt anfangs einen weissen Niederschlag, nach einigen Stunden wird derselbe gelb, endlich schwarz.

4) Die *Tetrathionsäure* verändert sich nicht beim Vermischen mit Salzsäure oder Schwefelsäure; auf Zusatz von *Salpetersäure* zersetzt sie sich unter Abscheidung von Schwefel.

5) Die *Tetrathionsäure* entsteht unter anderem bei Einwirkung des Jods auf wässrige Lösungen der unterschwefligsauren Salze neben Jodmetallen; bei Einwirkung von Schwefelchlorid auf wässrige schweflige Säure; beim Abdampfen saurer Lösungen pentathionsaurer Salze.

Trithionsäure.

1) Das Trithionsäurehydrat ist noch nicht genau bekannt.

2) Mit den Alkalien, Erdalkalien (namentlich auch mit Baryt), Eisenoxydul, Eisenoxyd, Thonerde, Zinkoxyd, Nickeloxydul, Kobaltoxydul, Uranoxyd, Kupferoxyd, Bleioxyd geht die *Trithionsäure* Verbindungen ein, die im Wasser löslich sind, denn die Salze der genannten Basen bewirken in wässrigen Lösungen des trithionsauren Kalis keine Fällungen.

3) Eine Lösung von trithionsaurem Kali zerlegt sich beim Kochen allmählich in Schwefel, schweflige Säure und

schwefelsaures Kali; auf Zusatz von Salzsäure geht die Zersetzung noch schneller von Statten; auch eine Abscheidung von Schwefelwasserstoff ist zu bemerken.

4) Beim Kochen des trithionsauren Kalis mit *überschüssigem Kali* entstehen unterschwefligsaures und schwefelsaures Kali.

5) *Schwefelsaures Kupferoxyd* im Ueberschuss zu Trithionsäurelösung gefügt und damit erhitzt, zerlegt die Säure unter Bildung von schwarzem Schwefelkupfer.

6) *Salpetersaures Quecksilberoxydul* bewirkt in den Lösungen der trithions. Salze sogleich einen schwarzen Niederschlag (Schwefelquecksilber).

7) *Quecksilberchlorid* scheidet weisses Quecksilbersulfochlorid aus.

8) *Quecksilbercyanid* bewirkt einem gelben, nach und nach schwarz werdenden Niederschlag.

9) *Salpetersaures Silberoxyd* bewirkt in den trithions. Salzen einen anfangs ganz weissen Niederschlag, der aber schnell schwarz wird.

Fügt man zu den Lösungen der trithions. Salze überschüssiges Ammoniak, so bringen weder ammoniakalische Silbersalpeterlösung, noch ammoniakalisches Quecksilbercyanid, noch Schwefelwasserstoff Trübungen hervor; ähnlich verhält sich Tetrathionsäure. Pentathionsäure dagegen scheidet dabei Schwefelsilber, Schwefelquecksilber oder Schwefel ab; sie ist deshalb leicht von den beiden schwefelärmeren Säuren zu unterscheiden. *(Friedrich Kessler.)*

10) *Salzsäure zersetzt nicht die Trithionsäure; Salpetersäure* bildet Schwefelsäure, ohne vorher Schwefel abgeschieden zu haben.

11) *Trithionsäure* bildet sich unter anderem bei Einwirkung von Schwefel auf eine wässrige Lösung des sauren schwefligsauren Kalis bei 88^0 C.; bei längerem Erhitzen des tetrathionsauren Baryts zerlegt sich derselbe in trithions. Baryt, schweflige Säure, schwefelsauren Baryt und Schwefel; bei Einwirkung von Schwefelchlorür auf schweflige Säure bildet sich neben Tetrathionsäure auch Trithionsäure u. s. w.

Unterschwefelsäure.

1) Die *wässrige Unterschwefelsäure* ist eine farblose, geruchlose, stark sauer schmeckende Flüssigkeit; beim Erhitzen zum Sieden zerlegt sich die concentrirte Säure in schweflige Säure und Schwefelsäurehydrat. An der Luft geht sie sehr langsam in Schwefelsäure über.

2) Die *wässrige Unterschwefelsäure* lässt sich mit den sauren Lösungen der Oxyde des Quecksilbers, Silbers, Goldes und Platins mischen, ohne dass die genannten Metalle abgeschieden werden.

3) *Schwefelwasserstoff* mischt sich ohne Trübung mit Unterschwefelsäure.

4) Alle unterschwefelsauren Salze sind im Wasser löslich, namentlich auch unterschwefelsaurer Baryt.

5) Beim Kochen der unterschwefels. Salze mit Salpetersäure gehen sie in schwefelsaure Salze über; beim Erhitzen mit *Salzsäure* zerlegen sie sich in schweflige Säure und schwefelsaure Salze ohne Ausscheidung von Schwefel.

6) Die Unterschwefelsäure entsteht unter anderem bei Einwirkung des feingepulverten Braunsteins auf wässrige schweflige Säure.

Jodwasserstoff.

1) Der *Jodwasserstoff* ist ein farbloses, saures Gas, im Wasser zu einer farblosen Flüssigkeit löslich; die Lösung röthet Lacmuspapier, sie saugt aus der Luft Sauerstoff auf, Jod wird abgeschieden, löst sich in der Flüssigkeit auf und färbt sie braun.

2) Die Jodwasserstoffsäure und ihre im Wasser löslichen Verbindungen mit Metalloxyden (jodwasserstoffsaure Salze, Jodmetalle) werden aus ihren wässrigen Lösungen durch *salpetersaures Silberoxyd* gelblichweiss gefällt. Der Niederschlag (Jodsilber) ist in Salpetersäure und auch im Ammoniak unlöslich.

3) *Salpetersäure* oxydirt den Wasserstoff des Jodwasserstoffs rasch zu Wasser und scheidet Jod aus; dieses bläut Stärkmehl.

4) *Salpetersaures Quecksilberoxydul* bewirkt in Lösungen der Jodwasserstoffsäure und ihrer Verbindungen grünlich-

gelbe Fällungen (von Halb-Jodquecksilber oder Quecksilberjodür); *salpetersaures Quecksilberoxyd* bewirkt zinnoberrothe Niederschläge (von Einfach-Jodquecksilber oder Quecksilberjodid).

5) Die jodwasserstoffsauren Alkalien existiren nur in wässriger Lösung; beim Abdampfen zur Trockne gehen sie in Jodmetalle über.
Z. B. jodwasserstoffsaures Kali giebt Jodkalium und Wasser entweicht:

$$KO, HJ = KJ + \underline{HO}\uparrow.$$

Eisencyanür-Cyanwasserstoff oder *Eisenblausäure.*

1) Der *Eisencyanür-Cyanwasserstoff* bildet weisse Krystallblättchen, die sich im Wasser leicht zu einer sauer schmeckenden, lacmusröthenden Flüssigkeit auflösen.

2) Mit den Alkalien verbindet sich die Eisenblausäure zu den eisenblausauren Salzen (den Eisencyanür-Cyanalkalimetallen). Die wässrigen Auflösungen der eisenblausauren Salze geben mit salpetersaurem Silberoxyd weisse Niederschläge (Eisencyanür-Cyansilber), unlöslich in Salpetersäure und in Ammoniak.

3) *Concentrirte Salzsäure* scheidet aus den concentrirten Lösungen der eisenblausauren Salze weisse Eisenblausäure aus; diese löst sich auf Zusatz von Wasser wieder auf. Dabei ist durchaus kein Geruch nach Blausäure zu bemerken.

4) Eisenchlorid bewirkt in eisenblausauren Salzen einen Niederschlag von Berlinerblau, z. B. gelbes Blutlaugensalz (Eisencyanür-Cyankalium oder eisenblausaures Kali) mit Eisenchloridlösung vermischt, liefert Berlinerblau und Chlorkalium.

$$\underset{\text{Blutlaugensalz.}}{3(2KCy, FeCy)} + 2(Fe^2Cl^3) = \underset{\text{Berlinerblau.}}{(3FeCy, 2Fe^2Cy^3)} + 6KCl$$

Unorganische Säuren.

Zweite Reihe.

Eisencyanid-Cyanwasserstoff = $3\,HCy, Fe^2Cy^3$; Cyanwasserstoff = HCy = (HC^2N); Chlorwasserstoff = HCl; Bromwasserstoff = HBr; unterchlorige Säure = ClO.

Gruppe des Cyanwasserstoffs, Bromwasserstoffs, Chlorwasserstoffs und der unterchlorigen Säure.

A. *Cyanwasserstoff* (Blausäure).

Prüfung:

Man vermischt die Flüssigkeit mit etwas frischbereiteter *Eisenvitriollösung*, darauf mit *Kalilauge* bis zur starken Bräunung des Curcumapapiers. Das trübe, graugrüne, an der Luft nach und nach rothbraun werdende Gemisch lässt man 10 Minuten lang in einem offenen Reagenzglase stehen und rührt dasselbe während dieser Zeit oft um. Darauf säuert man das Gemenge mit Salzsäure an; zeigt die *sauer* reagirende Flüssigkeit eine blaue Färbung oder einen blauen Niederschlag, so ist die Gegenwart von Blausäure (Cyanwasserstoff) in der fraglichen Lösung erwiesen.

B. *Bromwasserstoff, Chlorwasserstoff u. unterchlorige Säure.*

Prüfung: wie bei A.

Die mit Eisenvitriol und Kalilauge vermischte, nach 10 Minuten langem Stehen mit Salzsäure angesäuerte Flüssigkeit zeigt keine blaue Färbung, sondern wegen Gehalts an salzsauren Eisenoxydul-Oxyds eine gelbliche Färbung.

a) *Bromwasserstoff.*

Die mit einer kleinen Menge ($\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Volum) *Chlorwasser* vermischte Lösung giebt beim Schütteln mit einem 6tel bis 4tel Raumtheil *Aether* Brom an den letzteren ab; der bromhaltige Aether sammelt sich in der Ruhe als eine *gelbe* Schicht auf der Oberfläche des in einem verstopften Glase befindlichen Gemisches. (Ein Ueberschuss des Chlorwassers ist sorgfältig zu vermeiden; man setzt dasselbe am besten nach und nach in kleinen Portionen zu.)

b) *Chlorwasserstoff und unterchlorige Säure.*

Beide Säuren, mit Chlorwasser vermischt, darauf mit Aether geschüttelt, bewirken keine Färbung desselben.

Chlorwasserstoffhaltige Lösungen, mit sehr verdünnter schwefelsaurer Indigblauflüssigkeit vermischt, entfärben dieselben nicht; die Lösungen der *unterchlorigen Säure* bewirken Entfärbung der Indigblaulösung, besonders auf Zusatz von verdünnter Schwefelsäure.

Zusammenstellung der chemischen Charaktere der zur zweiten Reihe gehörigen Säuren.

Cyanwasserstoff (Blausäure).

1) Die reine Blausäure ist bei -15^0 fest, unterhalb $26^0,5$ C. eine farblose, tropfbare Flüssigkeit, über $26^0,5$ C. ein farbloser Dampf vom Geruch des Schwefelwasserstoffs und der bitteren Mandeln. Ihre wässrige Lösung ist farblos, röthet schwach das Lacmuspapier und ist weit weniger flüchtig als die reine Säure. Die Blausäure ist höchst giftig.

2) *Salpetersaures Silberoxyd* zerlegt sich mit der Blausäure unter Bildung von wässriger Salpetersäure und weissem Cyansilber; der Niederschlag ist unveränderlich im Lichte, unlöslich in Salpetersäure, löslich in Ammoniak.

3) Die Blausäure vermag das schwefelsaure Eisenoxydoxydul in wässriger Lösung nicht zu zersetzen; das Gemisch beider Substanzen besitzt eine gelbliche Farbe. Bringt man aber überschüssiges Kali hinzu, so bildet sich *Kaliumeisencyanür* und dieses zerlegt sich beim Ansäuren durch Salzsäure mit dem vorhandenen Eisenchlorid in *Berlinerblau* und Chlorkalium.

$$3HCy + FeO,SO^3 + 3KO = (2KCy,FeCy) + (KO,SO^3) + 3HO.$$

Eisencyanid-Cyanwasserstoff.

1) Der reine Eisencyanid-Cyanwasserstoff bildet rothgelbe, im Wasser leicht lösliche Krystalle; die Lösung schmeckt sauer zusammenziehend und röthet Lacmuspapier.

2) *Salpetersaures Silberoxyd* zerlegt sich mit Eisencyanidcyanwasserstoff; es entsteht rothbraunes Eisencyanid-Cyansilber, welches in Salpetersäure unlöslich, in Ammoniak auflöslich ist.

3) *Eisenvitriollösung* zerlegt sich mit Eisencyanid-Cyanwasserstoff oder mit Eisencyanid-Cyanmetallen bei Gegenwart von freier Säure sogleich in Berlinerblau (Eisencyanid-Cyanür) und wässrige Schwefelsäure oder schwefelsaure Salze. Z. B. Eisencyanid-Cyankalium (rothes Blutlaugensalz) $= 3KCy, Fe^2Cy^3 + 3(FeO, SO^3)$ giebt

$$(3FeCy,Fe^2Cy^3) \text{ und } 3(KO,SO^3); \text{ und}$$

$$3FeCy,Fe^2Cy^3 = Fe^5Cy^6 = \text{Berlinerblau.}$$

Chlorwasserstoff (Salzsäure).

1) Der reine Chlorwasserstoff ist ein farbloses, stechend sauer riechendes, Lacmus *röthendes Gas*, leicht im Wasser zu einer farblosen, sehr sauer schmeckenden Flüssigkeit löslich.

2) *Salpetersaures Silberoxyd* zerlegt sich mit dem Chlorwasserstoff zu weissem, im Sonnenlichte violett werdenden Chlorsilber; dieses ist löslich in Ammoniak, unlöslich in Salpetersäure.

3) Mit Eisenoxydul giebt der Chlorwasserstoff eine hellbläulichgrüne, mit Eisenoxyd eine hellgelbe Verbindung (gewässertes Eisenchlorür und Eisenchlorid).

4) *Concentrirte Schwefelsäure* scheidet den Chlorwasserstoff aus seinen Verbindungen ab, ohne ihn jedoch in seine Elemente zu zerlegen (Unterschied von Bromwasserstoff).

5) *Salpetersaures Quecksilberoxydul* zerlegt sich mit Salzsäure unter Bildung von weissem Quecksilberchlorür, das in Salpetersäure unlöslich ist.

6) Mit *Braunstein* gekocht entwickelt die Chlorwasserstoffsäure gelblichgrünes, erstickend riechendes *Chlorgas*, welches feuchtes Lacmuspapier bleicht und in Aether farblos löslich ist.

Bromwasserstoff.

1) Der reine Bromwasserstoff ist ein farbloses, saures, Lacmus röthendes Gas, leicht und farblos im Wasser löslich.

2) *Salpetersaures Silberoxyd* zerlegt den Bromwasserstoff; es entsteht Wasser und weisses Bromsilber, welches am Lichte violett wird; das Bromsilber ist unlöslich in Salpetersäure, löslich in concentrirter Ammoniakflüssigkeit.

3) *Eisenbromür* und *Eisenbromid* sind, das erstere mit blassgrüner, das letztere mit gelbbrauner Farbe im Wasser löslich.

4) *Concentrirte Schwefelsäure* scheidet aus den Bromwasserstoffverbindungen nur einen Theil des Bromwasserstoffs unzersetzt ab, der andere Theil zerfällt in *Brom* und

freien Wasserstoff. Das Brom bleicht Indigolösung, Lacmusblau und andere Farbstoffe; es färbt Stärkekleister oder Stärkemehl gelb, löst sich mit gelber Farbe im Aether.

5) *Salpetersaures Quecksilberoxydul* zerlegt sich mit Bromwasserstoff in weisses Halb-Bromquecksilber und wässrige Salpetersäure; das Halb-Bromquecksilber ist unlöslich in Salpetersäure.

Unterchlorige Säure.

1) Die reine unterchlorige Säure ist ein gelbes Gas, leicht im Wasser löslich; zerstört rasch die Pflanzenfarben.

2) Die Verbindungen der unterchlorigen Säure mit Kali, Natron und Kalk sind als Bleichsalze bekannt. Die wässrige Auflösung derselben wird durch salpetersaures Silberoxyd gefällt; der Niederschlag (Chlorsilber + Silberoxyd) ist theilweise löslich in Salpetersäure unter Rücklassung von unlöslichem Chlorsilber; dieses löst sich in Ammoniak.

Die unterchlorigsauren Alkalien und der unterchlorigsaure Kalk wirken erst nach Zusatz einer Säure stark bleichend auf Pflanzenfarben.

Der käufliche Bleichkalk ist ein Gemenge aus *unterchlorigsaurem Kalk*, *Chlorcalcium*, *Kalkhydrat* und *kohlensaurem Kalk* ($CaO,ClO + CaCl + CaO,HO + CaO,CO^2$). Je mehr unterchlorigsauren Kalk er enthält, um so grösser ist seine Bleichkraft.

Unorganische Säuren.

Dritte Reihe.

Fluorwasserstoff = HF; Oxalsäure = C^2O^3.

Chemische Charaktere beider Säuren.

Fluorwasserstoff (Flusssäure).

1) Der *Fluorwasserstoff* ist eine farblose tropfbare Flüssigkeit; schon bei + 15⁰ C. verwandelt er sich in einen steckend sauer riechenden, Lacmus röthenden Dampf. Dieser löst sich im Wasser zu einer farblosen, sehr sauer schmeckenden Flüssigkeit, welche Kieselerde und Kieselerdeverbindungen (z. B. Quarzsand, Glas, Porzellan), auflöst.

2) *Salpetersaures Silberoxyd* zerlegt sich mit Fluorwasserstoff oder Fluormetallen in Fluorsilber und wässrige Salpetersäure. Das *Fluorsilber* ist löslich in verdünnter Salpetersäure.

3) *Essigsaures Bleioxyd* zerlegt sich mit Fluorwasserstoff oder Fluormetallen in weisses Fluorblei und freie Essigsäure oder essigsaure Salze. Das Fluorblei ist in Wasser und Essigsäure unlöslich.

4) Lösliche *Barytsalze* geben in Lösungen des Fluorwasserstoffs oder der Fluormetalle weisse Niederschläge von Fluorbaryum; letzteres ist löslich in Salpetersäure.

5) *Lösliche Kalksalze* geben in Fluorwasserstoff- oder Fluormetalllösungen weisse Niederschläge von Fluorcalcium, unlöslich in Essigsäure und Salpetersäure, löslich in wässriger Kieselflusssäure.

6) *Concentrirte Schwefelsäure* entwickelt aus feingeriebenen Fluormetallen (z. B. aus Flussspath) Flusssäure, die das Glas ätzt. (Die Glasplatte wird mit Wachs überzogen; in diesem *Aetzgrund* gräbt man mit einer Messingnadel, nicht Stahlnadel, irgend ein Zeichen ein, um das Glas blos zu legen. Darauf erwärmt man das Gemisch aus conc. Schwefelsäure und zerriebenem Fluormetall in der Platin- oder der Bleischaale und setzt die eingegrabenen Stellen der Glasplatte einige Minuten den Dämpfen der Flusssäure aus. Dann entfernt man das Wachs und findet die eingegrabenen Stellen geätzt.)

7) Concentrirte Schwefelsäure, mit Fluormetallen und zerstossenem Glase erhitzt, scheidet ein farbloses, an der Luft rauchendes Gas, *Fluorsilicium*, aus. In Wasser geleitet, zerlegt es sich damit in *Kieselerdehydrat*, welches sich in gallertartigen weissen Flocken ausscheidet und in gelöst bleibende Kieselflusssäure (anderthalbfach flusssaure Kieselerde).

Beispiel:

I. $CaF + (2HO, SO^3) + a SiO = (CaO, SO^3 + 2HO) + \underline{SiF}$ ♁
(Flussspath + conc. Schwefelsäure + Quarzsand = Gyps + Fluorsiliciumgas.

II. $3 SiF + 4 HO = \underline{SiO, HO}$ ♀ $+ 2 (SiO, HF) + HF$
Fluorsilicium + Wasser = Kieselerdehydrat + Kieselflusssäure.

Kieselflusssäure.

1) Die wässrige Kieselflusssäure = $(HF, 2 SiF + 2 HO) = (2 SiO, 3 HF)$ ist eine farblose, sehr sauer schmeckende, Lacmuspapier stark röthende Flüssigkeit; völlig flüchtig. Ueberschüssiges Ammoniak scheidet Kieselerdehydrat aus, während flusssaur. Ammoniak in Lösung bleibt; mit Ammoniak genau neutralisirt, entsteht leichtlösliches kieselflusssaures Ammoniak und nur ein kleiner Theil der Kieselerde fällt nieder.

2) *Chlorbaryum* bewirkt in wässriger Kieselflusssäure nach einigem Stehen einen weissen krystallinischen Niederschlag von Fluorsilicium-Fluorbaryum = $BaF, 2 SiF$; derselbe ist sehr schwerlöslich in Wasser und wässriger Salzsäure.

3) *Kohlensaurer Kalk* löst sich unter Aufbrausen in wässriger Kieselflusssäure; beim Verdunsten der Lösung krystallisirt farbloses Fluorsilicium-Fluorcalcium = $CaF, 2 SiF$. Beim Uebergiessen mit Wasser zerfällt dieses Salz in Kieselerde und Fluorcalcium, welche theilweise ungelöst bleiben, und in wässrige Kieselflusssäure, durch deren Vermittelung ein Theil Fluorsilicium-Fluorcalcium gelöst wird.

4) *Kieselflussaures Natron*, *Kali* und *Lithion* sind farblose, im Wasser schwerlösliche Salze. Mit Entfernung des Wassers gehen sie in Fluorsilicium-Fluorkalium, Fluorsilicium-Fluornatrium und Fluorsilicium-Fluorlithium über.

Oxalsäure (auch unpassend Kleesäure genannt).

1) Die *einfach gewässerte Oxalsäure* = HO, C^2O^3 ist eine farblose, feste, weisse Masse von äusserst saurem Geschmack, leicht löslich im Wasser. Die Lösung röthet stark das Lacmuspapier. Beim Verdunsten der wässrigen Lösung krystallisirt farblose *dreifach gewässerte Oxalsäure* = $HO,C^2O^3 + 2\,HO$. Beim Erhitzen im Proberöhrchen sublimirt der gröste Theil der einfach gewässerten Oxalsäure unzersetzt; der Rest zerlegt sich in Wasser, Kohlensäure und Kohlenoxyd.

2) Mit *concentrirter Schwefelsäure* gekocht, zerlegt sich das Oxalsäurehydrat in entweichendes *Kohlenoxyd-* und *Kohlensäuregas* und in bei der Schwefelsäure zurückbleibendes *Wasser*; die Schwefelsäure färbt sich dabei nicht.

3) *Neutrales oxalsaures Kali*, *-Natron*, *-Ammoniak* sind farblose, im Wasser leicht lösliche Krystalle; *saures oxalsaures Kali*, *-Natron*, *-Ammoniak* lösen sich ziemlich leicht im Wasser.

4) *Oxalsaurer Baryt* ist ein weisses Pulver, unlöslich in Wasser, Ammoniak, Salmiak, Kali; schwerlöslich in verdünnter Essigsäure, leichtlöslich in Salpetersäure und Salzsäure.

5) *Oxalsaurer Kalk* ist ein weisses Pulver, unlöslich in Wasser, Ammoniak, Salmiak, kohlens. Ammoniak, Kali, *verdünnter Essigsäure*, Oxalsäure; leichtlöslich in Salpetersäure oder Salzsäure. Beim schwachen Glühen zerlegt er sich in zurückbleibenden kohlensauren Kalk und gasförmig entweichendes Kohlenoxyd und Wasser; beim stärkeren Glühen hinterbleibt reiner Kalk.

6) *Oxalsaures Silberoxyd*, *oxalsaures Bleioxyd* und *oxalsaures Quecksilberoxydul* sind weisse im Wasser unlösliche, in Salpetersäure leichtlösliche Pulver.

7) Aus *Goldoxydlösungen* wird durch Oxalsäure in der Wärme metallisches Gold abgeschieden; die Oxalsäure oxydirt sich dabei zu Kohlensäure und Wasser.

Bemerkung. Der Name *Oxalsäure* ist deshalb bezeichnender für diese Säure, weil er anzeigt, dass sie in den Oxalisarten vorkommt, während *Kleesäure* die irrige Ansicht erweckt, als müssten die *Kleearten* (Trifolium, Hedysarum, Melilotus, Medicago etc. etc.) diese Säuren enthalten, was durchaus nicht der Fall ist.

Unorganische Säuren.

Vierte Reihe.

Chromsäure = CrO^3; Schwefelsäure = SO^3; schweflige Säure = SO^2; phosphorige Säure = PO^3; Phosphorsäure = PO^5; Arsensäure = AsO^5.

Erste Gruppe.

Schwefelsäure und Chromsäure.

A. *Schwefelsäure.*

Chlorbaryum bewirkt einen weissen Niederschlag, unlöslich in Salzsäure oder Salpetersäure, oder Ammoniak.

B. *Chromsäure.*

Chlorbaryum bewirkt einen gelben Niederschlag, löslich in Salzsäure oder Salpetersäure.

Zweite Gruppe.

Schweflige Säure, phosphorige Säure, Phosphorsäure und Arsensäure.

A. *Schweflige u. phosphorige Säure.*

a) Die Lösungen der schwefligen Säuren und ihrer mit Schwefelsäure vermischten Salze riechen nach brennendem Schwefel; die Dämpfe der leichtflüchtigen schwefligen Säure bewirken in einem Tropfen ***salpetersaurer Quecksilberoxydullösung***, den man mittelst eines Glasstabs in dieselben bringt, eine graue Trübung (von metallischem Quecksilber). Dieselbe Trübung entsteht beim Vermischen der wässrigen Lösung der schwefligen Säure mit salpetersaurem Quecksilberoxydul.

b) ***Eisenchlorid*** (salzs. Eisenoxyd) nebst ***essigs. Natron*** mit schwefligs. Salzen oder freier schwefligen Säure gekocht, bewirkt keine Fällung; das Eisenoxyd geht aber in Eisenoxydul über und die Flüssigkeit verändert ihre rothbraune Farbe in hellgrünlichgelb.

c) Die ***phosphorige Säure*** wirkt gleich der schwefligen Säure reducirend auf ***salpetersaures Quecksilberoxydul***, wenn letzteres zur wässrigen Lösung gemischt wird.

Von der schwefligen Säure unterscheidet sie sich dadurch, dass ihre mit Salpetersäure gekochte, darauf mit Wasser verdünnte Lösung durch Chlorbaryum nicht getrübt wird, während die schweflige Säure durch Kochen mit Salpetersäure in Schwefelsäure übergeht, welche durch Chlorbaryum gefällt werden kann.

B. *Phosphorsäure u. Arsensäure.*

a) Die Lösungen beider Säuren und ihrer mit Schwefelsäure vermischten Salze sind geruchlos, wegen Nichtflüchtigkeit derselben bei gew. Temperatur. Das ***salpeters. Quecksilberoxydul*** wird nicht getrübt, wenn es der Luft oberhalb des Gemisches ausgesetzt wird. In den Lösungen phosphorsaurer Salze bringt das genannte Reagenz einen weissen, in den arsensauren Salze einen gelblichweissen Niederschlag hervor.

b) ***Eisenchlorid*** nebst ***essigsaurem Natron*** bewirken in Phosphorsäure- und Arsensäurelösungen gelblichweisse Niederschläge (phosphorsaures und arsensaures Eisenoxyd), welche in Essigsäure unlöslich sind.

Ein Ueberschuss des Eisenchlorids ist sorgfältig zu vermeiden; am zweckmässigsten ist es, ***einen*** Tropfen Eisenchlorid mit 40—60 Tropfen und mehr Lösung des essigsaurem Natrons zu vermischen und von diesem Gemisch in die zu prüfende Lösung zu giessen.

I. *Arsensäure.*

Schwefelwasserstoffgas, *längere Zeit* (1 Stde. und länger) in die mit *Salzsäure* angesäuerte Lösung der Arsensäure geleitet, scheidet citronengelbe Flocken von Schwefelarsen aus, welches gesammelt, mit Soda gemengt und auf der Kohle geglüht, den knoblauchartigen Arsengeruch verbreitet.

II. *Phosphorsäure.*

Schwefelwasserstoffgas bringt in Phosphorsäurelösungen keine Fällung hervor. (Die gemeine Knochensäure des Handels enthält aber häufig etwas Arsensäure oder arsenige Säure und trübt sich mit Schwefelwassergas.)

Zusammenstellung der chemischen Charaktere der zur vierten Reihe gehörigen Säuren.

Chromsäure.

1) Die reine *Chromsäure* bildet rothe Krystalle, welche beim Erhitzen in zurückbleibendes grünes Chromoxyd und entweichendes Sauerstoffgas zerfallen. Die wässrige Lösung der Chromsäure ist intensiv gelb gefärbt, die concentrirte Lösung dunkelrothbraun; sie röthet Lacmus, schmeckt herbe und sauer, aber nicht metallisch.

2) Die *chromsauren Alkalien* (Kali, Natron) lösen sich mit gelber Farbe leicht im Wasser.

3) *Chromsaures Silberoxyd* ist braunroth, schwerlöslich in Salpetersäure, leichtlöslich in Ammoniak

4) *Chromsaures Bleioxyd* ist in Wasser und Essigsäure unlöslich; löslich in Salpetersäure; es besitzt gelbe bis rothgelbe Farbe.

5) *Chromsaurer Baryt* ist blass citrongelb; unlöslich in Wasser und Essigsäure, löslich in Salpetersäure.

6) *Chromsaurer Kalk* ist blassgelb, unlöslich im Wasser, löslich in Essigsäure.

7) *Chromsaures Eisenoxyd* ist eine braune, in Essigsäure lösliche Masse.

8) *Weingeist* mit chromsauren Salzen und Salzsäure gekocht, bewirkt eine Desoxydation der Chromsäure zu Chromoxyd, welches mit Salzsäure eine schön *grüne* Lösung bildet.

Schwefelsäure.

1) Die *einfach gewässerte (englische) Schwefelsäure* ist eine farblose, nicht rauchende, die halb gewässerte (Nordhäuser) Schwefelsäure eine farblose bis bräunlich gefärbte, an der Luft rauchende, ölige Flüssigkeit. Beide Säuren verkohlen rasch Holz, Zucker und andere organische Substanzen. Die mit ihrem 4fachen Gewichte und mit mehr Wasser verdünnte Schwefelsäure hat ihre rauchende Beschaffenheit und verkohlende Eigenschaft verloren, schmeckt aber noch heftig sauer. Der Siedepunkt der englischen Schwefelsäure liegt bei 327° C. Beim Vermischen mit Wasser erhitzt sich die concentrirte Schwefelsäure bedeutend.

2) Die schwefelsauren Salze mit feuerbeständiger alkalischer Basis (Kali, Natron, Lithion, Baryt, Strontian und Kalk; nicht die Talkerde) geben beim Glühen auf der Kohle alkalisch reagirende Rückstände von Schwefelmetall; dieses entwickelt mit Salzsäure übergossen Schwefelwasserstoff.

Die übrigen schwefels. Salze (z. B. Bittersalz, Alaun, Eisenvitriol, Kupfervitriol, Zinkvitriol) verlieren beim Glühen ihre Schwefelsäure; mischt man sie jedoch mit kohlens. Natron und glüht das Gemisch auf Kohle, so bleibt aller Schwefel in Form von Schwefelmetall zurück, welches mit Salzsäure Schwefelwasserstoff entwickelt.

3) Einfach schwefelsaures Ammoniak, Kali, Natron und einfach schwefelsaure Talkerde sind im Wasser leichtlösliche Salze; schwefelsaurer Kalk ist schwerlöslich, schwefels. Strontian sehr schwerlöslich, schwefels. Baryt fast unlöslich im Wasser. Sie sind sämmtlich farblos; die Lösungen reagiren neutral.

4) Schwefelsaurer Baryt ist auch in Ammoniak, Kali, Essigsäure, Salzsäure, Salpetersäure und Kochsalzflüssigkeit unlöslich.

5) Der *Kali-, Natron- und Ammoniakalaun* (schwefelsaures Thonerde-Kali, schwefels. Thonerde-Natron, schwefelsaures Thonerde-Ammoniak, sämmtlich mit Krystallwasser) bilden farblose, im Wasser leichtlösliche Krystalle; die Lösungen röthen das Lacmuspapier.

6) *Schwefelsaures Bleioxyd* ist ein farbloses, im Wasser und in schwefelsaurem Wasser fast unlösliches, in verdünnter Salpetersäure ziemlich schwerlösliches, in Kalilauge leicht lösliches Salz.

7) *Schwefelsaures Silberoxyd* ist farblos, ziemlich schwerlöslich im Wasser, leicht löslich in Salpetersäure.

8) *Schwefelsaures Zinkoxyd* (Zinkvitriol) ist farblos, leicht löslich im Wasser; die Lösung röthet Lacmuspapier.

9) *Schwefelsaures Kupferoxyd* (Kupfervitriol) ist ein im wasserhaltigen Zustande blaues, im wasserfreien Zustande bläulichweisses Salz, leicht löslich im Wasser; die Lösung röthet Lacmuspapier.

10) *Schwefelsaures Eisenoxydul* (Eisenvitriol) ist ein im wasserhaltigen Zustande bläulichgrünes, im wasserfreien Zustande grünlichweisses, im Wasser leicht lösliches Salz; die Lösung röthet Lacmuspapier.

Schweflige Säure.

1) Die *schweflige Säure* ist ein farbloses Gas, von dem erstickend sauren Geruch des brennenden Schwefels; vom Wasser wird sie ziemlich reichlich verschluckt. Die farblose Lösung, *wässrige schweflige Säure* besitzt den Geruch des Gases, röthet das Lacmuspapier, bleicht den rothen Farbstoff der Rosen. Der Luft ausgesetzt verliert sie ihren Geruch, weil sie unter Sauerstoffaufnahme in die weit weniger flüchtige, deshalb geruchlose Schwefelsäure übergeht, die im Wasser zurückbleibt.

2) *Schwefligsaures Kali*, *-Natron*, *-Ammoniak* sind im Wasser leicht lösliche Krystalle.

3) Frischgefällter *schwefligsaurer Baryt* ist ein weisses schleimiges Pulver, *unlöslich* in Wasser, wässriger schwefliger Säure, in Ammoniak; *schwer*, aber *völlig löslich* in Essigsäure; *leicht löslich* in Salzsäure und *kalter* Salpetersäure. Beim Kochen der salpetersauren Lösung trübt sich die Flüssigkeit unter Abscheidung von unlöslichem schwefelsauren Baryt und Entwickelung von Stickoxyd.

4) *Schwefligsaurer Kalk* ist ein weisses Pulver, schwer löslich im Wasser, leicht löslich in Essigsäure, Salpetersäure, Salzsäure.

5) *Schwefligsaures Eisenoxyd* besteht nur vorübergehend; es ist in Essigsäure haltigem Wasser löslich. Beim Erwärmen geht es unter Farbenveränderung aus braungelb in schwach grünliche bis fast farblose Lösung des schwefelsauren Eisenoxyduls über.

6) *Schwefligsaures Silberoxyd* ist ein weisses Pulver, unlöslich in Wasser und Essigsäure, löslich in Salpetersäure und in Ammoniak.

7) *Schwefligsaures Bleioxyd* ist ein weisses, in Essigsäure unlösliches Pulver, leichtlöslich in kalter Salpetersäure.

8) *Schwefligsaures Quecksilberoxydul* existirt nicht; denn sobald man versucht, dasselbe durch Vermischen der schwefligen Säure oder ihrer Salze mit salpetersaurem Quecksilberoxydul darzustellen, so scheidet sich metallisches Quecksilber als graues Pulver ab, während Schwefelsäure oder schwefelsaures Salz in Lösung bleibt.

9) *Schwefelwasserstoff* mit *schwefliger Säure* in wässriger Lösung zusammengebracht, bildet Pentathionsäure $= S^5O^5$, welche in Lösung bleibt, während ausgeschiedener Schwefel die Flüssigkeit milchig trübt.

Arsensäure.

1) Die reine Arsensäure ist eine weisse feste Masse; in der Glühhitze zerfällt sie in Sauerstoffgas und Dampf der arsenigen Säure. Sie löst sich leicht im Wasser zu einer farblosen, das Lacmus stark röthenden Flüssigkeit; sie schmekt sehr scharf und sauer und ist höchst giftig.

2) *Schwefelwasserstoff* zerlegt nach längerer Einwirkung die reine wässrige Arsensäure, ohne sie jedoch zu fällen; die Flüssigkeit besitzt eine gelbe Färbung; auf Zusatz von Salzsäure fällt gelbes *Schwefelarsen* nieder.

3) *Salpetersaures Silberoxyd* bewirkt in den neutralen Auflösungen arsensaurer Salze einen braunrothen Niederschlag von arsensaurem Silberoxyd, löslich in Salpetersäure, auch in Ammoniak.

4) *Arsensaurer Baryt* ist sehr schwer löslich im Wasser, leicht löslich in Salpetersäure.

5) *Arsensaurer Kalk* ist fast ganz unlöslich im Wasser, leicht löslich in Essigsäure, Salpetersäure und Salzsäure.

6) *Arsensaures Eisenoxyd* ist in Essigsäure unlöslich; löslich in Salpetersäure.

7) *Arsensaures Bleioxyd* ist in Essigsäure unlöslich; löslich in Salpetersäure.

8) *Arsensaure Salze* geben beim Glühen auf der Kohle reducirtes Arsen, welches wieder zu arseniger Säure verbrennt und dabei den eigenthümlichen knoblauchartigen Geruch verbreitet.

9) Arsensäure und ihre Salze mit Zink und verdünnter Schwefelsäure zusammengebracht, entwickeln sehr giftiges Arsenwasserstoffgas, welches angezündet bei der Abkühlung in einer Porzellantasse metallisches Arsen absetzt.

Arsenige Säure (weisser Arsenik) *).

1) Die arsenige Säure (das Rattengift) ist eine farblose, glasartig-durchsichtige oder weisse, porzellanartige, undurchsichtige, feste Masse. In Glasröhren erhitzt, verwandelt sie sich in einen farblosen, geruchlosen Dampf, der sich in dem kälteren Theile der Röhre als ein weisser Ring wieder anlegt. Im Wasser löst sie sich ziemlich leicht zu einer farblosen Flüssigkeit, welche Lacmuspapier schwach röthet; die Lösung schmeckt herbe, schwach metallisch, hintennach süsslich; sie wirkt höchst giftig.

2) Die wässrige Lösung der arsenigen Säure wird durch Schwefelwasserstoff *sogleich* gelb gefärbt, aber nicht gefällt; auf Zusatz von Salzsäure entsteht eine gelbe Fällung von Schwefelarsen.

3) *Arsenigsaures Silberoxyd* ist gelb, unlöslich im Wasser, löslich in Ammoniak, Essigsäure und Salpetersäure.

4) *Arsenigsaurer Baryt* ist sehr wenig löslich im Wasser, leicht löslich in Salpetersäure.

5) *Arsenigsaurer Kalk* ist schwer löslich im Wasser, leicht löslich in Essigsäure.

6) *Arsenigsaures Eisenoxyd* ist leicht löslich in Essigsäure.

7) Alcohol bewirkt beim Kochen mit arseniger Säure keine Färbung der Flüssigkeit.

*) Obgleich die arsenige Säure zur fünften Reihe der unorganischen Säuren gehört, so ist sie des Zusammenhangs wegen hier aufgeführt.

8) Arsenige Säure und ihre Salze auf Kohlen geglüht, verbreiten Knoblauchgeruch.

9) Gegen Zink und Schwefelsäure verhält sich arsenige Säure wie Arsensäure.

Phosphorsäure.

1) Die reine wasserfreie Phosphorsäure bildet schneeweisse Flocken, die an der Luft rasch Feuchtigkeit anziehen und zu einer farblosen Flüssigkeit, Phosphorsäurehydrat, zerfliessen. Dieses giebt auch beim heftigen Glühen nicht alles Wasser wieder her; das geglühte Phosphorsäurehydrat oder das Hydrat der ${}^aPhosphorsäure = HO, {}^aPO^5$ *(Metaphosphorsäure)* ist eine glasartige feste Masse. Die wässrige Auflösung derselben röthet das Lacmuspapier, schmeckt stark aber nicht ätzend sauer. Die frischbereitete Auflösung der ^{a}Phosphorsäure fällt die Eiweisslösung, so wie die Lösung des salpetersauren Silberoxyds weiss. Bei längerem Aufbewahren der wässrigen Lösung geht die ^{a}Phosphorsäure in *gemeine Phosphorsäure* oder ^{c}Phosphorsäure über. Die Lösung wird alsdann durch salpetersaures Silberoxyd bei Neutralisation mittelst Ammoniak *gelb* gefällt. Dampft man die wässrige Lösung der gemeinen Phosphorsäure so weit ab, bis die Temperatur auf 213^0 C. gestiegen ist, so hat der Rückstand die Eigenschaft bekommen, die Lösung des salpetersauren Silberoxyds wieder weiss zu fällen, aber die Eiweisslösung nicht zu trüben. Diese Modification der Phosphorsäure heisst *Pyrophosphorsäure* oder ^{b}Phosphorsäure.

Die Formeln der drei Modificationen der Phosphorsäure und ihrer Silbersalze sind:

$HO, {}^aPO^5$ für die Metaphosphorsäure; $AgO, {}^aPO^5$ für weisses metaphosphorsaur. Silberoxyd;

$2HO, {}^bPO^5$ für Pyrophosphorsäure; $2AgO, {}^bPO^5$ für weisses pyrophosphorsaur. Silberoxyd;

$3HO, {}^cPO^5$ für die gemeine Phosphorsäure; $3AgO, {}^cPO^5$ für gelbes gemein-phosphorsaures Silberoxyd.

Die meisten natürlich vorkommenden phosphors. Salze enthalten gemeine Phosphorsäure; nur in den Aschen, beson-

ders in den Aschen der Thiersubstanzen finden sich mitunter meta- und pyrophosphorsaure Salze.

2) *Gemein-phosphorsaures Kali*, *Natron*, und *Ammoniak* sind im Wasser leicht lösliche, farblose Salze.

3) *Gemein-phosphorsaures Silberoxyd* (gelbes) ist unlöslich im Wasser, löslich in Ammoniak, desgleichen in Salpetersäure.

4) *Gemein-phosphorsaurer Baryt* ist unlöslich im Wasser, löslich in Essigsäure oder Salpetersäure.

5) *Gemein-phosphorsaurer Kalk* ist sehr schwer löslich im Wasser, löslich in Essigsäure und Salpetersäure, unlöslich in Ammoniak.

6) *Gemein-phosphorsaures Eisenoxyd* ist unlöslich im Wasser, sehr schwer löslich in Essigsäure; leicht löslich in Salzsäure, salzsaurem und essigsaurem Eisenoxyd.

7) *Gemein-phosphors. Bleioxyd* ist unlöslich in Wasser und Essigsäure, löslich in Salpetersäure.

8) *Phosphorsaure Ammoniaktalkerde* ist in ammoniakalischem Wasser unlöslich; leicht löslich in Essigsäure, Salpetersäure und Salzsäure.

9) Phosphorsäure und ihre Salze entwickeln beim Glühen auf der Kohle keinen Geruch.

Phosphorige Säure.

1) Die *phosphorige Säure* bildet weisse, sehr lockere, leicht verdampfbare und sublimirbare Flocken, von knoblauchartigem Geruch und stechend saurem Geschmack.

2) Die wässrige *phosphorige Säure* ist im concentrirtesten Zustande ein farbloser, dicker, unkrystallisirbarer, sehr saurer Syrup. Mit etwas Wasser verdünnt scheiden sich beim Verdunsten Krystalle von gewässerter phosphoriger Säure aus. Beim Erhitzen des Hydrats der phosphorigen Säure an der Luft entweicht Phosphorwasserstoffgas, welches mit glänzender Flamme verbrennt; als Rückstand hinterbleibt Phosphorsäurehydrat.

3) Die wässrige Lösung der phosphorigen Säure schlägt aus den Lösungen des *Chlorgolds*, *salpetersauren Silberoxyds* und des salpetersauren *Quecksilberoxyduls* die Metalle nieder.

4) Die phosphorigsauren Salze fällen das Kalkwasser, Barytwasser, die Bleisalze; ein hinreichend verdünntes Gemisch von Bittersalz, Salmiak und Ammoniak wird nicht gefällt (Unterschied von den phosphorsauren Salzen).

Unorganische Säuren.

Fünfte Reihe.

Bromsäure = BrO^5 und Jodsäure = JO^5.

Chemische Charaktere beider Säuren.

Bromsäure.

1) Die wasserfreie Bromsäure kennt man noch nicht; die concentrirte gewässerte Bromsäure (das Bromsäurehydrat) ist eine farblose, syrupdicke, fast geruchlose Flüssigkeit, Lacmuspapier anfangs röthend, nach längerer Zeit entfärbend.

2) *Bromsaures Kali*, *Natron* und *Ammoniak* sind im Wasser leicht löslich.

3) *Bromsaures Silberoxyd* löst sich in verdünnter Salpetersäure nicht, dagegen in concentrirter Salpetersäure; es löst sich leicht in Ammoniak.

4) *Bromsaurer Baryt* ist im Wasser schwer, in Salpetersäure leicht löslich.

5) *Bromsaurer Kalk* ist in Essigsäure leicht löslich.

6) *Bromsaures Eisenoxyd* ist leicht löslich in Essigsäure.

7) Auf Kohle geglüht verpuffen die bromsauren Salze, geben aber dabei keinen knoblauchartigen Geruch aus.

8) Mit concentrirter Schwefelsäure und etwas Eisenvitriol erhitzt entwickeln die bromsauren Salze Brom, welches den Stärkekleister gelb färbt.

Jodsäure.

1) Die reine Jodsäure bildet weisse, schwach jodähnlich riechende, sauer und herb schmeckende, tafelförmige Krystalle. Die wässrige Lösung ist farblos, röthet das Lacmus. Die Jodsäure zerlegt sich beim Erhitzen in Jod und Sauerstoffgas.

2) *Jodsaures Kali*, *Natron*, *Ammoniak* sind im Wasser leicht löslich.

3) *Jodsaures Silberoxyd* ist weiss, im Wasser unlöslich, in Salpetersäure schwer, in Ammoniak leicht löslich.

4) *Jodsaurer Baryt* ist im Wasser unlöslich, schwer löslich in Salpetersäure oder Essigsäure.

5) *Jodsaurer Kalk* ist in Essigsäure löslich.

6) *Jodsaures Eisenoxyd* ist löslich in Essigsäure.

7) Auf Kohle geglüht verpuffen die jodsauren Salze, verbreiten jedoch keinen knoblauchartigen Geruch.

8) Mit concentrirter Schwefelsäure und Eisenvitriol erhitzt, entwickeln die jodsauren Salze violette Dämpfe von Jod, welche den Stärkekleister bläuen.

Unorganische Säuren.

Sechste Reihe.

Salpetersäure = NO^5 und Chlorsäure = ClO^5.

Zusammenstellung der chemischen Charaktere beider Säuren.

Salpetersäure.

1) Die wasserfreie Salpetersäure (NO^5) bildet farblose Krystalle. Die gewässerte Salpetersäure (das Salpetersäurehydrat) ist eine farblose, am Lichte gelb werdende, sehr saure, ätzende Flüssigkeit. Die einfach gewässerte Salpetersäure = HO, NO^5 siedet bei 86° C. Die $4\frac{1}{2}$fach gewässerte Säure = $4\frac{1}{2}HO, NO^5$ siedet bei 121° C.

2) Viele Metalle, Metalloxydule, Schwefelmetalle und organische Substanzen entziehen der Salpetersäure Sauerstoff und reduciren dieselbe zu Untersalpetersäure (NO^4), salpetriger Säure (NO^3), Stickoxyd (NO^2), Stickoxydul (NO) und Stickgas (N). Untersalpetersäure und salpetrige Säure besitzen gelbe Farbe; das gelbgefärbte Gemenge beider mit den übrigen farblosen gasförmigen Zersetzungsprodukten der Salpetersäure führt den Namen *salpetrige Dämpfe*. Diese wirken sehr nachtheilig auf die Lungen.

3) Kommt *Stickoxydgas* mit einer Eisenvitriollösung zusammen, so wird es von derselben verschluckt; die Lösung besitzt dunkelgrünbraune bis rothbraune Farbe. Auf dieses Verhalten gründet sich die Entdeckung der Salpetersäure mittelst concentrirter Schwefelsäure und Eisenvitriol. Mischt man nämlich ein salpetersaures Salz, z. B. salpetersaures Kali, mit Schwefelsäure, so entsteht schwefelsaures Kali und Salpetersäure, die in der überschüssigen Schwefelsäure gelöst bleibt:

$$KO, NO^5 + 3(HO, SO^3) = (KO, SO^3 + HO, SO^3) + (HO, NO^5 + HO, SO^3).$$

Bringt man nun schwefelsaures Eisenoxydul hinzu, so wird durch das letztere der Salpetersäure Sauerstoff entzogen und Eisenoxyd nebst Stickoxyd gebildet:

$$6(FeO, SO^3) + NO^5 = 3(Fe^2O^3, 2SO^3) + NO^2.$$

Ein Theil unzersetzter Eisenvitriol vereinigt sich nun mit Wasser und Stickoxyd zu der dunkelgrünbraunen Lösung des Eisenvitriolstickoxyds:

$$FeO, SO^3 + xHO + NO^2 = (FeO, SO^3 + NO^2 + xHO)$$

hellgelbgrün, farblos, dunkelgrünbraun.

4) Mit concentrirter Salzsäure in Berührung, liefert die Salpetersäure das *Königswasser*, ein Gemenge aus Chlor, Stickoxyd, chlorsalpetriger Säure (NO^2Cl), Unterchlorsalpetersäure (NO^2Cl^2), unzersetzter Salzsäure, Salpetersäure und Wasser. Auf dem Gehalte des Königswassers an freiem Chlor beruht die auflösende Wirkung desselben gegen Gold, Platin, Antimon u. s. w. — Während beide Säuren (Salzsäure und Salpetersäure), jede für sich, farblos sind, besitzt das Königswasser orangegelbe Farbe; es stösst in der Wärme farbenzerstörende, gelbe, erstickende Dämpfe aus.

5) Die Verbindungen der Salpetersäure mit den meisten Basen, die *salpetersauren Salze* (die sogenannten Salpeterarten), sind im Wasser leicht löslich, wenigstens die meisten *einfach*-salpetersauren Salze. Mehrere basisch-salpetersauren Salze sind im Wasser schwer löslich, z. B. sechstel-, drittel- und halb-salpetersaures Bleioxyd; drittel salpetersaures Kupferoxyd, salpetersaures Antimonoxyd,

halb-salpetersaures Quecksilberoxydul, drittel und sechstel-salpetersaures Quecksilberoxyd. Unter den einfach-salpetersauren Salzen löst sich einfach-salpetersaures Wismuthoxyd schwierig im Wasser.

6) Die salpetersauren Salze zeigen beim Glühen auf der Kohle eine *Verpuffung;* der Sauerstoff der Salpetersäure oxydirt die Kohle zu Kohlensäure und diese entweicht ganz oder theilweise mit allem Stickstoff der Salpetersäure gasförmig. Die dabei stattfindende plötzliche bedeutende Volumenvermehrung der erhitzten Masse ist die Ursache des gewaltsamen Hinwegschleuderns der in der Nähe befindlichen Körper.

7) Die concentrirte Salpetersäure wird gefällt durch essigsaures Bleioxyd und durch Chlorbaryum; beide Niederschläge, salpetersaures Bleioxyd und salpetersaurer Baryt, lösen sich beim Zusatz von Wasser wieder auf.

Anhang zu Salpetersäure.

Untersalpetersäure = NO^4 und salpetrige Säure = NO^3.

Untersalpetersäure.

Die *Untersalpetersäure* bildet bei gewöhnlicher Temperatur *gelbrothe Dämpfe.* Mit wässrigen Alkalien oder Erdalkalien in Berührung, zerlegt sie sich in entweichendes Stickoxydgas, und es hinterbleiben *salpetrigsaure* und *salpetersaure* Salze. In concentrirter farbloser Salpetersäure löst sie sich auf und ertheilt derselben eine gelbe bis gelbrothe Farbe. Dieses Gemisch entsteht auch beim Aussetzen der reinen concentrirten farblosen Salpetersäure ans Sonnenlicht: ein Theil Sauerstoff entweicht gasförmig, die zurückbleibende Säure färbt sich gelb. Eine solche Säure, mit 3 Theilen Wasser verdünnt, trübt sich weiss beim Vermischen mit Schwefelwasserstoff, färbt Eisenvitriollösung braun, eine gelbe Lösung des Kaliumeisencyanürs grün und entfärbt Indiglösung.

Salpetrige Säure.

Die *salpetrige Säure* bildet bei gewöhnlicher Temperatur gelbrothe Dämpfe. Mit Wasser in Berührung zerlegt sie sich in Stickoxydgas und wässrige Salpetersäure.

Die *salpetrige Säure* liefert mit Basen verbunden die salpetrigsauren Salze. Sie entstehen häufig beim Erhitzen der salpetersauren Salze, z. B. beim Schmelzen von salpetersaurem Kali oder Natron, bis der Rückstand, in Wasser gelöst, durch salpetersaures Silberoxyd weiss gefällt wird. Auch beim Kochen der wässrigen Lösung des salpetersauren Bleioxyds mit metallischem Blei bildet sich salpetrigsaures Bleioxyd.

Die wässrige Lösung der salpetrigsauren Salze wird durch *salpetersaures Silberoxyd* weiss (als salpetrigsaures Silberoxyd) gefällt; der Niederschlag löst sich in vielem Wasser auf.

Essigsaures Bleioxyd fällt weisses salpetrigs. Bleioxyd, schwer löslich in Essigsäure. Aus den sauren Auflösungen des *Goldoxyds* und *Quecksilberoxyds* schlagen salpetrigsaure Salze metallisches Gold oder Quecksilber nieder. Gegen Eisenvitriollösung und conc. Schwefelsäure verhalten sie sich wie die salpetersauren Salze.

Chlorsäure.

1) Die *wässrige Chlorsäure* ist im concentrirtesten Zustande eine farblose Flüssigkeit von saurem, zusammenziehendem Geschmack; sie röthet anfangs das Lacmuspapier und bleicht es nach einiger Zeit. Beim Erwärmen zerlegt sie sich in Chlor, Sauerstoffgas und wässrige Ueberchlorsäure.

2) Die chlorsauren Alkalien, Erdalkalien und schweren Metalloxyde (z. B. das chlorsaure Silberoxyd, Bleioxyd, Quecksilberoxydul und Oxyd) sind leicht löslich im Wasser; nur chlorsaures Kali ist ziemlich schwerlöslich.

3) Beim Glühen für sich entwickeln die chlorsauren Alkalien Sauerstoffgas und hinterlassen anfangs überchlorsaures Alkali nebst Chlormetall; nach längerem Glühen reines *neutrales* Chlormetall (Unterschied von den salpetersauren Alkalien, welche alkalische Glührückstände geben).

4) Chlorsaure Salze, mit *concentrirter Schwefelsäure* (besonders mit rauchender) in Berührung, entwickeln braungelb gefärbtes, *unterchlorsaures* Gas; ein Theil des letzteren bleibt gelöst und ertheilt dem Gemisch eine braungelbe Farbe. Die Dämpfe der Unterchlorsäure bleichen rasch das Lacmuspapier; die Flüssigkeit bleicht Indiglösung.

In der Flüssigkeit findet sich neben saurem schwefelsauren Salz auch Ueberchlorsäure.

5) *Schwefelwasserstoff* zerlegt sich mit Chlorsäure in Wasser, Schwefel und Salzsäure; oder in Wasser, Schwefelsäure und Salzsäure.

6) *Salzsäure*, mit chlorsauren Salzen in Berührung, entwickelt ein Gemenge von Chlorgas mit Unterchlorsäuregas; Lacmuspapier wird in diesem Gase gebleicht.

7) Auf Kohle geglüht verpuffen die chlorsauren Salze ähnlich den salpetersauren Salzen, jedoch noch heftiger.

Anhang zu Chlorsäure.

Ueberchlorsäure.

1) Die *concentrirte wässrige Ueberchlorsäure* ist eine farblose, ölige, stark sauer schmeckende, geruchlose Flüssigkeit; sie röthet Lacmuspapier, ohne es zu bleichen; sie verdampft bei 138° C. ohne Zersetzung.

2) Die Alkalien, Erdalkalien und schweren Metalloxyde bilden mit der Ueberchlorsäure Salze, die sich leicht oder ziemlich leicht im Wasser lösen; nur das *überchlorsaure Kali* ist schwerlöslich im Wasser.

3) *Concentrirte Schwefelsäure* mischt sich mit Ueberchlorsäure und ihren Salzen, ohne die Ueberchlorsäure zu zersetzen. Auch Salzsäure und Schwefelwasserstoff mischen sich ohne Zersetzung mit Ueberchlorsäure.

4) Beim heftigen Glühen für sich geben die überchlorsauren Alkalien Sauerstoff aus und hinterlassen Chlormetalle.

5) Auf Kohlen geglüht verpuffen die überchlorsauren Salze, jedoch schwächer als die entsprechenden chlorsauren Salze.

Unorganische Säuren.
Siebente Reihe.

Arsenige Säure = AsO^3; Borsäure = BO^3; Kohlensäure = CO^2; Kieselsäure = SiO.

Gruppe der Borsäure, Kohlensäure, Kieselsäure.

A. ***Kohlensäure***

ist eine bei gewöhnlicher Temperatur gasförmige Säure. Die wässrigen Lösungen der reinen Säure, sowie die mit *Schwefelsäure* übergossenen festen kohlensauren Salze oder die mit Schwefelsäure angesäuerten Lösungen der kohlensauren Salze entwickeln entweder schon bei gewöhnlicher Temperatur oder doch beim Erwärmen ein farbloses Gas, welches in Kalkwasser geleitet, dasselbe trübt. Geschieht die Entwickelung rasch, so bewirkt sie ein *Aufbrausen;* geschieht sie langsam, so zeigt sich nur ein *Perlen* der Lösung.

B. ***Borsäure und Kieselsäure***

sind feuerbeständige (nichtflüchtige) Säuren. Ihre Lösungen entwickeln deshalb nach dem Ansäuern mit Schwefelsäure weder in der Kälte noch Wärme Luftarten, welche Kalkwasser trüben.

a) *Kieselsäure.*

1) Sie bleibt als ein weisses, das Lacmus- und Curcumapapier nicht röthendes, in Salzsäure unlösliches, in Kalilauge lösliches Pulver zurück, wenn die saure salzsäurehaltige Lösung zur Trockne verdampft und der Rückstand mit salzsäurehaltigem Wasser wieder erwärmt wird (siehe auch S. 206 und 221).

2) Der durch Eindampfen der Lösung erhaltene Rückstand ertheilt, mit Weingeist übergossen, der Flamme des brennenden Weingeist keine grüne Färbung.

b) *Borsäure.*

1) Beim Abdampfen der mit Salzsäure angesäuerten Flüssigkeit erhält man einen Rückstand, welcher, mit Weingeist übergossen, der Flamme des brennenden Weingeists eine grünliche Färbung ertheilt.

2) Der mit salzsaurem Wasser erwärmte Abdampf-Rückstand löst sich völlig klar auf; die Lösung röthet Lacmuspapier und auch das *gelbe Curcumapapier*, besonders wenn das mit der Lösung benetzte Papier an der Luft ausgetrocknet wird.

Zusammenstellung der chemischen Charaktere der zur siebenten Reihe gehörigen Säuren.

Arsenige Säure.

(Siehe auf Seite 272 als Anhang zur Arsensäure).

Kohlensäure.

1) Die reine Kohlensäure ist bei gewöhnlicher Temperatur ein farbloses, schwach stechend, aber nicht unangenehm riechendes Gas; bei starkem Druck und starker Erkältung wird dasselbe in eine farblose Flüssigkeit, ja selbst in eine weisse, flockige, schneeähnliche Masse verwandelt. Im Wasser ist die Kohlensäure wenig auflöslich; die Lösung ist farblos, besitzt einen erfrischenden (dem frischen Quellwasser ähnlichen) Geschmack, röthet schwach das Lacmuspapier.
2) *Atmosphärische Luft*, welche Kohlensäuregas enthält, trübt das Kalkwasser, welches man damit schüttelt. *Kohlensäurehaltige Wässer* trüben sich ebenfalls beim Zusatz von Kalkwasser (der Niederschlag ist einfach kohlensaurer Kalk; derselbe kann aber gemischt sein mit Talkerde, Eisenoxydul, Kieselerde u. s. w., welche in den Quell- und Flusswässern zuweilen angetroffen werden).
3) *Einfach kohlensaures Kali*, *Natron* und *Ammoniak* sind im Wasser leicht löslich; die wässrigen Lösungen bräunen stark das Curcumapapier.
4) *Doppelt kohlensaures Kali*, *Natron* und *Ammoniak* sind im Wasser leicht löslich; die Lösungen bräunen nur sehr schwach das Curcumapapier.
5) *Einfach kohlensaurer Kalk*, *-Baryt*, *einfach kohlensaure Talkerde* sind höchst schwerlöslich im reinen Wasser; sie lösen sich leichter, obgleich immer noch in untergeordneter Menge, in Wasser, welches freie Kohlensäure hält; sie lösen sich leicht und unter Aufbrausen in Essigsäure, Salzsäure, Salpetersäure.
6) Alle *kohlensauren Salze* lösen sich unter Aufbrausen (von entweichender gasförmiger Kohlensäure) in Salpetersäure, besonders beim Erwärmen.

7) *Kohlensaures Silberoxyd* ist weiss, bis gelblich, leicht löslich in Salpetersäure.

8) *Kohlensaures Eisenoxydul* ist unlöslich in reinem, etwas löslich in kohlensaurem Wasser, leicht löslich in Salzsäure.

9) *Kohlensaures Eisenoxydhydrat* existirt nur als frischgefällte, gallertartige Verbindung, die schon bei gewöhnlicher Temperatur ihre Kohlensäure verliert und in Eisenoxydhydrat übergeht.

10) *Kohlensaures Bleioxyd* ist weiss, unlöslich im Wasser, löslich in Essigsäure, Salpetersäure.

Borsäure.

1) Die reine Borsäure ist ein farblos durchsichtiges, in der Hitze schmelzendes, feuerbeständiges Glas; die wässrige Lösung der Borsäure ist farblos, röthet das Lacmuspapier, färbt selbst bei Gegenwart von Salzsäure das Curcumapapier rothgelb. Die wässrige Lösung schmeckt schwach bitterlich, nicht sauer. Das *Borsäurehydrat* krystallisirt in glänzenden Blättchen. Mit Weingeist übergossen verflüchtigt sich beim Abbrennen des Weingeists ein Theil Borsäure und färbt die Flamme grün.

2) *Borsaures Natron* (Borax) ist leicht löslich im Wasser, reagirt alkalisch.

3) *Borsaures Silberoxyd* ist weiss, unlöslich im Wasser, löslich in Essigsäure, Salpetersäure und Ammoniak.

4) *Borsaurer Baryt und borsaurer Kalk* sind im Wasser schwerlöslich, leichtlöslich in Salmiak und Essigsäure; aus dieser Lösung durch Ammoniak nicht fällbar.

5) *Borsaures Eisenoxyd* ist im Wasser unlöslich, löslich in Essigsäure.

6) Aus den concentrirten wässrigen Lösungen der borsauren Alkalien wird auf Zusatz von Salzsäure, Borsäure in perlmutterglänzenden Blättchen gefällt.

7) Die borsauren Salze entwickeln beim Glühen auf der Kohle keinen Geruch.

8) Die Borsäure behält ihre Löslichkeit im Wasser, wenn ihre mit Salzsäure gemischte Lösung zur Trockne verdampft wird.

Kieselsäure (Kieselerde).

(Siehe auch den chemischen Charakter der Kieselerde bei den Basen).

Ausser den schon früher angeführten Eigenthümlichkeiten der Kieselerde sind noch folgende Verhältnisse zu bemerken:

1) *Kieselsaures Silberoxyd* ist weiss, in verdünnter Salpetersäure und im Ammoniak löslich.

2) *Kieselsaurer Baryt* ist im Wasser unlöslich, in verdünnter Salpetersäure löslich.

3) *Kieselsaurer Kalk*; wie kiesels. Baryt.

4) *Kieselsaure Salze* entwickeln beim Glühen auf der Kohle keinen Geruch.

5) *Concentrirte Lösungen* kieselsaurer Alkalien erstarren beim Ansäuern mit Salzsäure oder Schwefelsäure zu einer gallertartigen Masse (Kieselgallerte).

6) Die *künstlich abgeschiedene Kieselsäure* schmilzt mit kohlensaurem Natron leicht zu einer durchsichtigen Perle (Glas) zusammen, welches mit Salzsäure übergossen, zu einer Kieselgallerte aufquillt.

7) Das frischabgeschiedene Kieselsäurehydrat löst sich etwas im Wasser; die wässrige Lösung ist geschmacklos, sie verändert weder die blaue Farbe des Lacmuspapiers, noch die gelbe Farbe des Curcumapapiers; die Kieselsäure ist sonach ein neutral reagirendes Oxyd wie das Wasser.

Achte Reihe der Säuren.

Essigsäure $= C^4H^3O^3$; Ameisensäure $= C^2HO^3$; Hydrate der Alkalien und Erdalkalien.

Erste Gruppe.

Essigsäure u. Ameisensäure.

A. *Ameisensäure.*

Salpetersaures Silberoxyd zu der mit Ammoniak alkalisch gemachten Flüssigkeit gemischt, bewirkt beim Erwärmen eine Abscheidung schwarzer Flocken (von metallischem Silber), die sich zuweilen als ein spiegelglänzender Ueberzug an die Wandung des Kochfläschchens legen.

B. *Essigsäure*

wirkt nicht reducirend auf Silberlösungen. Die mit Ammoniak und salpeters. Silberoxyd vermischte Lösung bleibt in der Kälte und Wärme klar.

Eisenchlorid tropfenweise zu neutralen essigsauren Salzen gemischt, bewirkt eine dunkelbraunrothe Färbung der Flüssigkeit.

Zweite Gruppe.

Hydrate der Alkalien und Erdalkalien.

Die *Hydrate der Alkalien* (Kali-, Natron-, Lithionhydrat, wässriges Ammoniak) sind im Wasser leicht löslich.

Die *Hydrate der Erdalkalien* (Baryt-, Strontian-, Kalk-, Talkerdehydrat) lösen sich ziemlich leicht (Baryt, Strontian), schwerer (Kalk) oder sehr schwer (Talkerde) im Wasser.

Die wässrig. Lösungen derselben bräunen das Curcumapapier, sie neutralisiren die Salpetersäure, Salzsäure, Schwefelsäure vollständig, fällen die Lösungen des salpetersauren Silberoxyds, des Bleiessigs, des Eisenchlorids. Die Niederschläge sind Hydrate des Silberoxyds, Bleioxyds (mit etwas anhängender Essigsäure), Eisenoxyds. Sie lösen sich in Essigsäure oder Salpetersäure wieder auf.

Das Wasser ist sehr innig mit den Alkalien und Erdalkalien verbunden. *Kalihydrat* und *Natronhydrat* verlieren beim heftigsten Glühen das letzte Mischungsgewicht Wasser nicht, sondern verdampfen als Ganzes. *Barythydrat* und *Strontianhydrat* verlieren ihr Wasser erst jenseits der Hellrothglühhitze, *Kalkhydrat* bei Hellrothglühhitze, *Talkerdehydrat* beim Dunkelrothglühen.

Beim Glühen des festen geschmolzenen Kalihydrats und Natronhydrats in einer trocknen Glasröhre entweicht das Hydratwasser und destillirt über; das Kali und Natron schmilzt mit der Kieselerde des Glases zusammen.

(Die Zusammenstellung der Eigenschaften des Wassers siehe auch bei den Basen, Seite 244.)

Chemische Charaktere der Essigsäure und Ameisensäure.

Essigsäure.

1) Die concentrirteste Essigsäure hat die Formel $HO,C^4H^3O^3$; in ihren Salzen ist das Wasser durch Basen ersetzt, z. B. trocknes essigsaures Natron $= NaO, C^4H^3O^3$. Das Essigsäurehydrat (oder der Eisessig) ist bei + 13° C. fest, weiss, blättrig-krystallinisch; über 13° C. wird es zu einer farblosen, tropfbaren, durchdringend und stechend sauer riechenden, Lacmus röthenden Flüssigkeit, die bei 120° C. siedet und farblose Dämpfe bildet. Die Dämpfe lassen sich entzünden und verbrennen mit bläulicher Flamme. Mit Wasser verdünnt wird der Geruch der Essigsäure schwächer; sie ist dann nicht mehr brennbar.

2) *Essigsaures Silberoxyd* bildet weisse, seidenglänzende Schuppen, welche 100 Theile Wasser zur Lösung bedürfen. Beim Kochen ihrer Lösung scheidet sich kein metallisches Silber aus.

3) *Essigsaurer Baryt* ist leicht löslich im Wasser.

4) *Essigsaures Eisenoxyd* besitzt in wässriger, nicht zu verdünnter Lösung eine braunrothe Farbe; auf Zusatz von Salpetersäure oder Salzsäure verwandelt sie sich in Gelb.

5) Die *einfach essigsauren Salze* sind im Wasser leicht löslich.

Ameisensäure.

1) Das concentrirteste Ameisensäurehydrat $= HO,C^2HO^3$ ist bei + 1° C. fest, blättrig-krystallinisch, farblos; oberhalb 1° C. eine farblose, an der Luft rauchende, stark ätzende, das Lacmus röthende, tropfbare Flüssigkeit; bei 101°,6 siedet dieselbe und bildet farblose, stechend und ätzend saure, entzündliche Dämpfe. Die mit Wasser verdünnte Säure verliert ihre Fähigkeit zu rauchen; ihre Dämpfe sind nicht entzündlich.

2) *Ameisensaures Silberoxyd* zerlegt sich sehr rasch in der Wärme. Es bilden sich Kohlensäure, Wasser und metallisches Silber (Unterscheidung von der Essigsäure).

$$2\ AgO + C^2HO^3 = 2\ CO^2 + HO + 2\ Ag.$$

3) *Ameisensaurer Baryt* ist leicht löslich im Wasser.

4) *Ameisensaures Eisenoxyd* ist eine leicht lösliche rothbraune Krystallmasse; Salpetersäure und Salzsäure färben dieselbe unter Abscheidung der Ameisensäure gelb.

5) Die *ameisensauren Salze* mit etwas salpetersaurem Quecksilberoxyd zusammengebracht, scheiden beim Kochen unter starkem Schäumen metallisches *Quecksilber* ab.

6) Die ameisensauren Salze sind im Wasser leicht löslich.

Vierter Abschnitt.

Anwendung und Abänderung des allgemeinen Ganges der qualitativen Analyse in einzelnen Fällen.

Qualitative Analyse der natürlichen Wässer, namentlich des Quell- und Flusswassers.

Die fremdartigen Beimengungen der natürlichen Wässer bestehen hauptsächlich

I. aus *absorbirten Gasen:* atmosphärischer Luft, Kohlensäuregas, Schwefelwasserstoffgas;

II. aus gänzlich oder theilweise *flüchtigen festen Substanzen:* kohlensaurem, salpetersaurem, salzsaurem, schwefelsaurem Ammoniak; salpetersauren Alkalien und Erdalkalien (beim Glühen derselben entweicht die Salpetersäure, die Alkalien und Erdalkalien hinterbleiben); salzsaure Talkerde (beim Glühen entweicht Salzsäure, die Talkerde bleibt zurück); organische Substanzen (sie hinterlassen zu Anfang des Glühens Kohle);

III. aus *feuerbeständigen* oder doch bei *schwacher Rothglühhitze nicht verdampfbaren Substanzen:* kohlensaurem, schwefelsaurem, salzsaurem Kalk; schwefelsaurer Talkerde; Talkerde (im Wasser als salzsaure oder kohlensaure Talkerde vorhanden); Eisenoxydul (beim Abdampfen in Eisenoxyd übergehend); Kieselerde; Thon; Chlornatrium, Chlorkalium, Chlorcalcium; schwefelsaurem Kali und Natron; salpeters. Kali, Natron, Kalk und Talkerde (beim Glühen als salpetrigsaure oder bei Gegenwart organischer Substanz als kohlensaure Salze zurückbleibend).

A. *Untersuchung des frischen, nöthigenfalls klar filtrirten Wassers.*

Ohne weiteres lassen sich folgende Beimengungen im Wasser nachweisen:

1) *Sauerstoff der atmosphärischen Luft;* man erkennt seine Gegenwart an der weissen Trübung, welche eintritt, sobald man klares Schwefelwasserstoffwasser mit dem frischen Wasser mengt, und das Gemisch bedeckt einige Minuten stehen lässt. (Es trübt sich das Gemisch auch bei Gegenwart von Eisenoxydsalzen weiss, doch kommen diese höchst selten im Wasser vor. Bräunt oder schwärzt sich das Gemisch, so ist im Wasser doppelt-kohlensaures Eisenoxydul vorhanden; auf Zusatz einiger Tropfen Salzsäure verschwindet die Färbung. Ist sie bleibend, so enthält das Wasser giftige Metalle, z. B. Bleioxyd, wenn bleierne Leitungsröhren angewandt wurden.)

2) *Freie Kohlensäure;* Kalkwasser bewirkt in Wasser, welches freie Kohlensäure oder *mehrfach* kohlensaure Erdalkalien enthält, einen weissen Niederschlag. Sicherer ist es, das Wasser in einem mit Gasentwickelungsrohr versehenen Kochfläschchen einige Zeit zu kochen und die Dämpfe in basisch-essigsaures Bleioxyd oder in Kalkwasser zu leiten. Diese Flüssigkeiten trüben sich dann durch die entwickelte Kohlensäure weiss.

3) Die *mehrfach-kohlensauren Salze des Kalks, der Talkerde, des Eisenoxyduls;* beim Erhitzen des Wassers zum Sieden und länger (etwa $\frac{1}{4}$ Stunde) fortgesetzten Kochen scheidet sich ein weisser, körnig-krystallinischer Niederschlag (von einfach-kohlens. Kalk und einfach-kohlensaurer Talkerde) ab, der bei Gehalt von Eisenoxyd gelbliche Färbung besitzt. (Auf einem Filter gesammelt und wieder in etwas salzsäurehaltigem Wasser gelöst, lässt sich durch oxalsaures Kali die Gegenwart des Kalks, durch phosphorsaures Natron-Ammoniak die Gegenwart der Talkerde und durch Kaliumeisencyanür die Gegenwart des Eisenoxyds darin entdecken. In der vom Niederschlag getrennten Flüssigkeit kann die Gegenwart des Kalks und der Talkerde,

welche an andere Säuren als Kohlensäure gebunden waren, nachgewiesen werden. Siehe unter Nro. 5.)

4) Das *Eisenoxydul;* man erkennt es an der schwarzen oder grünlichen Färbung, welche durch *Schwefelwasserstoff* entweder sogleich oder nach Zusatz von *Ammoniak* hervorgebracht wird; diese Färbung verschwindet auf Zusatz von Salzsäure.

Ferner entsteht in eisenoxydulhaltigen Wässern auf Zusatz von Kaliumeisencyanür und etwas Salzsäure beim Umrühren (um die Mischung mit Luft in Berührung zu bringen und Eisenoxydbildung zu bewirken) eine bläuliche Färbung von Berlinerblau.

5) Der *Kalk* und die *Talkerde; oxalsaures Kali* bewirkt einen weissen Niederschlag in dem mit einigen Tropfen Essigsäure angesäuerten Wasser, wenn Kalksalze (kohlensaurer, schwefelsaurer, salzsaurer, organischsaurer Kalk) zugegen sind. Nach Trennung dieses Niederschlags (des oxals. Kalks) durch Filtration, vermischt man das durchgelaufene Wasser von Neuem mit oxalsaurem Kali, um an dem Klarbleiben des Gemisches zu ersehen, dass aller Kalk entfernt ist, und fügt zu der klaren Lösung *phosphorsaures Natron* nebst *Ammoniak* bis zur alkalischen Reaktion hinzu. Entsteht nach gutem Umrühren und längerem (mehrstündigen) Stehen eine weisse Trübung oder ein pulverig-krystallinischer, an den Wandungen des Glases haftender Niederschlag (von gewässerter, phosphorsaurer Ammoniak-Talkerde), so waren *Talkerdesalze* (kohlensaure, schwefelsaure, salzsaure, organischsaure Talkerde) zugegen.

6) *Kohlensäure und kohlensaure Salze; schwefelsaure Salze und Chlormetalle; Schwefelwasserstoffgas.*

Die Gegenwart dieser Verbindungen wird aus den weissen (bei Gegenwart von Schwefelwasserstoff dunkelgefärbten bis schwarzen) Niederschlägen oder Trübungen erkannt, welche entstehen, sobald das frische Wasser mit *basisch-essigsaurem Bleioxyd* (Bleiessig, zweidrittel-essigsaurem Bleioxyd) vermischt wird. Die entstandenen Fällungen bestehen entweder aus kohlensaurem, oder schwefelsauren, oder organischsauren Bleioxyd, oder Chlorblei, Schwefelblei; oder aus Gemischen dieser Verbindungen.

7) *Kohlensaure, quellsaure und quellsatzsaure (organischsaure) Salze, Chlormetalle, Schwefelwasserstoff.*

Salpetersaures Silberoxyd bewirkt in dem frischen Wasser einen weissen oder grauen oder braunen Niederschlag bei Gegenwart der genannten Verbindungen, und zwar

bei Gegenwart von *Salzsäure* (oder Chlormetallen) einen weissen, in Ammoniak löslichen, in Salpetersäure *unlöslichen*, am Lichte sich violett färbenden Niederschlag (Chlorsilber);

bei Gegenwart von *Schwefelwasserstoff* eine braune Färbung bis schwarze Fällung, unlöslich in Ammoniak und Salpetersäure (Schwefelsilber);

bei Gegenwart von *kohlensauren* Salzen einen weissen bis gelblichen Niederschlag, löslich in Ammoniak und Salpetersäure. Wie die kohlensauren Salze verhalten sich die *quellsauren* und *quellsatzsauren* Salze; ihre ammoniakalische silberhaltige Lösung setzt aber am Lichte schwarze Flocken ab, was bei den kohlensauren Salzen nicht der Fall ist.

8) *Schwefelsaure Salze.*

In dem mit etwas Salzsäure angesäuerten Wasser bewirkt *Chlorbaryumlösung* einen weissen Niederschlag (von schwefelsaurem Baryt).

Nur in den Abdampfrückständen grösserer Mengen (von 10 bis 30 Pfund) Wasser lassen sich nachweisen: *Kali*, *Natron*, *Ammoniak*, *Kieselerde*, *Salpetersäure.* Die Prüfung auf Kali, Natron und Kieselerde kann am besten mit den bei der quantitativen Analyse des Wassers erhaltenen Abdampfrückständen vorgenommen werden; zur Prüfung auf Ammoniak und Salpetersäure müssen besondere Portionen des Wassers unter den nöthigen Vorsichtsmassregeln verdampft werden.

B. *Prüfung der Abdampfungsrückstände des Wassers*

1) *auf Ammoniaksalze.*

10 bis 20 Pfund Wasser werden mit einigen Tropfen reiner Schwefelsäure vermischt (um das in den Wässern häufig als flüchtiges kohlensaures Salz vorkommende Ammoniak in weniger flüchtiges schwefelsaures Salz zu verwandeln)

und in einem blankgescheuerten kupfernen Kessel bis auf ein halbes Pfund eingedampft. Die concentrirte Flüssigkeit wird jetzt in einer kleinen Porzellanschale bis auf ein geringes Vol. (aber nicht völlig zur Trockne) verdampft und filtrirt. Die eine Hälfte des Filtrats vermischt man mit *Platinchlorid* und *Weingeist*, rührt gut um und lässt es einige Zeit ruhig stehen. War Ammoniak vorhanden, so hat sich ein gelblicher Niederschlag von *Platinchlorid-Chlorammonium* gebildet (dem sich aber bei gleichzeitiger Anwesenheit von Kali auch Platinchlorid-Chlorkalium beimengt). Die andere Hälfte des Filtrats wird mit concentrirter *Kalilauge* vermischt; diese scheidet das Ammoniak gasförmig aus, erkennbar an seinem *Geruch*, an der *Bräunung*, welche das mit Wasser benetzte Curcumapapier in dem Dampfe oberhalb der Probeflüssigkeit erleidet, endlich an den *weissen Nebeln*, welche entstehen, sobald ein mit nichtrauchender Salzsäure benetzter Glasstab über die Probeflüssigkeit gehalten wird.

2) *Auf Salpetersäure und salpetersaure Salze.*

5 Pfd. Wasser verdampft man bis auf wenige Quentchen Flüssigkeit, vermischt diese mit dem 3fachen Vol. reiner concentrirter Schwefelsäure, und giesst auf die Oberfläche der Mischung, ohne umzurühren, eine frischbereitete *Eisenvitriollösung*. Sind salpetersaure Salze vorhanden, so stellt sich an der Berührungsfläche beider Flüssigkeiten eine braune Färbung (von schwefelsaurem Stickoxyd-Eisenoxydul) ein.

3) *Auf Kali und Natron.*

10 bis 30 Pfund Wasser werden anfangs im blankgescheuerten kupfernen Kessel, später in der Porzellanschale verdunstet. Der Abdampfrückstand wird im Platinschälchen scharf geglüht, dann mit wenig Wasser erwärmt. Die filtrirte Lösung theilt man in vier Portionen. Die *erste* vermischt man mit *Weinsäure* bis zur sauren Reaktion. Bildet sich beim Umrühren, besonders nach einigem Stehen, ein weisser krystallinischer Niederschlag, so ist *Kali* vorhanden. Die *zweite* Portion vermischt man mit *Platinchlorid;* ein nach einigem Umrühren und Stehenlassen sich bildender gelber Niederschlag deutet ebenfalls auf die An-

wesenheit von *Kali*. Die *dritte* Portion vermischt man nach einander mit oxalsaurem Kali und phosphors. Natron-Ammoniak, um die Gegenwart des Kalks und der Talkerde nachzuweisen. Sind diese vorhanden, so mischt man zur *vierten* Portion etwas *reines kohlens. Kali* und filtrirt. Das klare Filtrat wird mit *antimonsaurem Kali* vermischt und die Mischung gut umgerührt. Entsteht ein weisser krystallinischer Niederschlag (antimons. Natron), so waren Natronsalze zugegen.

4) *Auf Thon und Kieselerde.*

Der im Wasser unlöslich gewordene Theil des Abdampfrückstandes besteht nun aus kohlens. Kalk, kohlens. Talkerde, Thon, Kieselerde und Eisenoxyd. Man erhitzt ihn mit Salzsäure, dampft die Auflösung zur Trockne ein, behandelt den Rückstand mit erwärmtem salzsauren Wasser und filtrirt das Ungelöste ab; es besteht aus *Thon* und *Kieselerde*. Man behandelt das Gemisch mit heissem wässrigen kohlens. Natron, welches die *Kieselerde* löst und den *Thon* ungelöst zurücklässt. Aus der filtrirten Lösung fällt man die Kieselerde durch überschüssiges Chlorammonium. Nach einigem Stehen scheidet sie sich in weissen gallertartigen Flocken ab. Oder man säuert das Filtrat mit Salzsäure an, erhitzt zum Sieden und vermischt die Flüssigkeit mit Kalkwasser bis zur alkalischen Reaktion. Ein entstehender Niederschlag deutet auf Kieselerde. In der vom Thon und der Kieselerde abfiltrirten salzsauren Auflösung sind Eisenoxyd, Kalk und Talkerde vorhanden, welche man, wie oben angeführt, durch *Kalieisencyanür*, *oxalsaures Kali* und *phosphorsaures Natron-Ammoniak* entdecken kann.

Der Thon ist in den Wässern nur fein zertheilt, aber nicht wirklich gelöst vorhanden. Beim Filtriren des Wassers geht er mit durch das Filter; erst beim Abdampfen zur Trockne wird er dicht und verliert die Eigenschaft, sich im Wasser zu vertheilen.

Ganz auf dieselbe Weise untersucht man den *wässrigen Auszug der Ackererden*.

Qualitative Analyse der Aschen, namentlich der Holzaschen, Braunkohlen- und Torfaschen.

Hauptbestandtheile:

A. *Durch heisses Wasser ausziehbare Verbindungen:*

Kali, theils frei, theils an *Kohlensäure*, *Schwefelsäure*, *Phosphorsäure*, *Kieselsäure* gebunden.

Natron, theils frei, theils an dieselben Säuren wie das Kali gebunden; in vielen Aschen in weit geringerer Menge als das Kali vorhanden, in manchen Aschen ganz fehlend.

Chlorkalium, *Chlornatrium*, *Schwefelkalium*, *Schwefelnatrium* (die beiden letzteren zuweilen in den frisch geglühten Aschen).

Kalk an Schwefelsäure gebunden in solchen Braunkohlenaschen, welche kein kohlensaures Kali enthalten.

B. *Durch Salzsäure auflösliche und aufschliessbare Verbindungen:*

Kalk theils frei, theils an Kohlensäure, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kieselerde gebunden.

Talkerde theils frei, theils an Kohlensäure, Phosphorsäure und Kieselerde gebunden.

Eisenoxyd, *Manganoxyd und Thonerde* theils frei, theils an Phosphorsäure, theils an Kieselerde gebunden.

C. *Durch Salzsäure nicht auflösbare Verbindungen:*

Kohle, *Quarzsand*, *geglühter Thon* (beide als unwesentliche Bestandtheile der Aschen zu betrachten, indem sie durch Zerbröckelung des Materials der Feuerstätte in dieselben gelangen); ein Theil der *amorphen Kieselerde* (^{b}SiO).

A. *Heissbereiteter wässriger Auszug der Asche.*

a) *Prüfung auf Basen.*

1) *Curcumapapier* wird stark gebräunt (Kali, Natron, Kalk; kohlens. Kali, kohlens. Natron) oder schwach gebräunt (phosphors. Kali oder Natron).

2) *Blaues Lacmuspapier* wird nicht verändert (Abwesenheit freier Säuren in den Aschen).

3) *Kaliumeisencyanür* bewirkt weder direkt, noch auf Zusatz von Salzsäure eine Veränderung. Ebensowenig *Kaliumeisencyanid* (Abwesenheit von Eisen).

4) *Galläpfelaufguss* bewirkt eine Farbenverdunkelung, die aber auf Zusatz von Essigsäure wieder aufgehoben wird (Beweiss von der Gegenwart freier oder kohlensaurer Alkalien).

5) *Schwefelwasserstoff* bewirkt weder in dem reinen wässrigen Auszuge, noch in der mit Salpetersäure angesäuerten Flüssigkeit eine Färbung, noch Fällung (Abwesenheit von Erzmetalloxyden der ersten Klasse).

6) *Ammoniak* bewirkt in den alkalischen Aschenauszügen keine Fällung; in den neutral reagirenden kann eine Trübung entstehen, die auf Zusatz von *Salmiak* wieder verschwindet (Kalk als Gyps vorhanden).

In dem mit *Salpetersäure* angesäuerten wässrigen Auszug der Aschen entsteht durch Ammoniak eine Fällung bei Anwesenheit von *Kieselerde*. Derselbe Niederschlag wird bewirkt durch Zusatz von *Salmiak* zu dem alkalisch reagirenden Auszuge.

7) *Schwefelammonium* bewirkt keine Fällung (Abwesenheit von Eisen- und Manganoxyd).

8) *Kohlensaures Natron* bewirkt in den Aschenauszügen entweder keine Fällung (Abwesenheit von Kalk) oder ein weisse Trübung (Anwesenheit von Kalk).

9) *Verdünnte Schwefelsäure* giebt keine Fällung (Abwesenheit von Baryt und Strontian).

10) *Oxalsaures Kali* bewirkt weisse Trübung, besonders nach Zusatz von Essigsäure bis zur schwachsauren Reaktion (Gegenwart von Kalk).

Der Kalk findet sich in manchen frisch geglühten Aschen als reiner Kalk gelöst; die Flüssigkeit trübt sich alsdann beim Hineinblasen von Luft, oder beim Stehen in offenen Gefässen. Andre wässrige Aschenauszüge enthalten etwas Gyps.

11) In der vom oxalsauren Kalk abfiltrirten Flüssigkeit bewirkt phosphorsaures Natron nebst überschüssigem Ammoniak eine weisse Trübung (bei Gegenwart von Talkerde).

12) *Weinsäure* zu dem concentrirten wässrigen Aschenauszug bis zur starken Röthung des Lacmuspapiers gemischt, bewirkt einen weissen krystallinischen Niederschlag (von Weinstein; *Gegenwart von Kali*); der Niederschlag entsteht in verdünnten Lösungen erst beim Zumischen von Weingeist, beim Umrühren und nach längerem Stehenlassen.

18) *Antimonsaures Kali* zum alkalisch reagirenden, Kalk- und Talkerde — freien, concentrirten, wässrigen Aschenauszuge gemischt, bewirkt beim Umrühren einen weissen krystallinischen Niederschlag (bei Gegenwart von Natron).

b) *Prüfung auf Säuren.*

1) Jede, bei den Prüfungen auf Basen zugesetzte Säure (Salpetersäure, Salzsäure, Essigsäure, Weinsäure, Schwefelsäure) bewirkt in den nicht zu verdünnten wässrigen Aschenauszügen eine Entwickelung von Luftbläschen (*Kohlensäure*).

2) Die *alkalische Reaktion* der Aschenauszüge deutet ausser auf freies Kali, Natron oder freien Kalk auch auf *kohlensaures*, *phosphorsaures* und *kieselsaures Kali* oder *Natron*.

3) Bei Neutralisation mit Salpetersäure trübt sich der Auszug durch Abscheidung von *Kieselerde*; diese Trübung verschwindet nicht beim Zusatz von Ammoniak.

4) *Salpetersaures Silberoxyd* bewirkt im wässrigen Aschenauszuge einen weissen, gelblichweissen, graugelben bis braungelben und braunen Niederschlag (bei Gegenwart *freier Alkalien*, *Chlorkalium* oder *Chlornatrium*, *Schwefelkalium*, *Schwefelcalcium*, *Schwefelnatrium*, *kohlensaurem*, *phosphorsaurem* und *kieselsaurem Alkali*).

*) Der erhaltene Niederschlag löst sich auf Zusatz von Ammoniak nicht, oder doch nicht völlig wieder auf, es bleibt vielmehr eine braune Trübung (Gegenwart von *Schwefelmetallen:* Schwefelkalium, -Natrium, -Calcium) oder von *unterschwefligsaurem* Kali, Natron und Kalk. Diese Verbindungen finden sich besonders in schwefelsäurereichen frischgeglühten kohligen Aschen.

**) Die erhaltene ammoniakalische Lösung des Silberniederschlags trübt sich bei sorgfältiger Neutralisation mit Salpetersäure durch Abscheidung eines weissen oder gelblichweissen, oder gelben Niederschlags, der auf weiteren Zusatz von Salpetersäure wieder verschwindet (bei Gegenwart von [b]*Phosphorsäure* und [c]*Phosphorsäure;* bei der ersteren ist der Niederschlag weiss, bei der letzteren eigelb). Bei dieser Prüfung müssen Ammoniak und Salpetersäure nur in kleinen Mengen zur Lösung gefügt werden, weil sonst der Versuch nie gelingt. Der Grund des Misslingens liegt in der Leichtlöslichkeit des phosphorsauren Silberoxyds in Ammoniak, Salpetersäure und salpetersaurem Ammoniak.

***) Die ammoniakalische Lösung des Silberniederschlags trübt sich auf Zusatz von Salpetersäure und bleibt trübe, selbst wenn die Flüssigkeit das Lacmuspapier stark röthet (Gegenwart von *Chlorkalium* oder *Chlornatrium*).

5) *Chlorbaryum* bewirkt einen weissen Niederschlag (von *kohlensaurem*, *kieselsaurem*, *phosphorsaurem*, *schwefelsaurem* Baryt). Mit Salzsäure übergossen lösen sich auf: kohlens. Baryt mit Brausen; kieselsaurer und phosphorsaurer Baryt ohne Brausen. Schwefelsaurer Baryt löst sich nicht auf. Die klar filtrirte Lösung, einige Zeit gekocht, sodann mit Ammoniak alkalisch gemacht, giebt einen weissen Niederschlag von phosphorsaurem und kieselsaurem Baryt. Sammelt man diesen Niederschlag auf einen Filter, löst ihn in wenig Salpetersäure und vermischt die Lösung mit essigsaurem Bleioxyd, so lässt der entstehende, in verdünnter Essigsäure unlösliche Niederschlag (phosphorsaures Bleioxyd) auf *Phosphorsäure* schliessen.

6) *Chlorcalcium* bewirkt einen weissen Niederschlag, löslich in Essigsäure (bei Gegenwart von *Kohlensäure*, *Phosphorsäure*, *Kieselerde*, *Schwefelsäure*).

7) *Eisenchlorid*, in die mit Essigsäure angesäuerte, einige Zeit gekochte Lösung getröpfelt, bewirkt einen gelblichweissen Niederschlag (von phosphors. Eisenoxyd), bei Gegenwart von *Phosphorsäure*. Eine sehr geringe Menge von Eisenchlorid reicht zu dieser Probe aus; eine grössere Menge Eisenchlorid verdirbt die Reaktion, indem sie das phosphorsaure Eisenoxyd in Lösung zurückhält.

8) Beim Abdampfen der mit Salzsäure angesäuerten Lösung zur Trockne und Wiederauflösen des Rückstands in salzsäurehaltigem Wasser bleibt die vorhandene *Kieselerde* als weisse Flocken zurück, die sich in Kalilauge leicht lösen.

B. *Prüfung des salzsauren Auszugs der im Wasser unlöslichen Asche.*

Der im Wasser unlösliche Theil der Asche wird mit Salzsäure erwärmt; das dabei bemerkbare Brausen rührt von der aus ihrer Verbindung mit Kalk gasförmig abgeschiedenen *Kohlensäure* her. Die sauer reagirende (überschüssige Salzsäure enthaltende) Flüssigkeit wird in einer Porzellanschale zur Trockne verdampft, der erkaltete Rückstand mit etwas Wasser, Salzsäure und Salpetersäure einige Minuten lang gekocht, darauf das Lösliche abfiltrirt und der Rückstand mit Wasser gut ausgewaschen.

Diese Operation hat zum Zweck, die *Kieselerde* aus der salzsauren Lösung zu entfernen und bei dem unlöslichen Thon und Sand zurückzuhalten; bei Abwesenheit derselben sind die Reaktionen auf Phosphorsäure sicherer auszuführen.

Prüfung auf Basen, phosphorsaure und schwefelsaure Salze.

I. Schwefelwasserstoff bewirkt keine Reaktion (Abwesenheit der Erzmetalloxyde der 1. Klasse), oder eine weisse Trübung (bei Gegenwart von Eisenoxyd).

II. Ammoniak bewirkt einen weissen, gelblichweissen bis braunen Niederschlag, unlöslich in Chlorammonium. Derselbe wird auf einen Filter gesammelt und gut ausgewaschen. Er kann enthalten:

Eisenoxyd, Manganoxyd, Thonerde, phosphorsaures Eisenoxyd, -Manganoxyd, phosphors. Thonerde, -Talkerde, phosphorsauren Kalk.

Man kocht den gallertartigen Niederschlag in einer Porzellanschale mit Kalilauge, verdünnt mit etwas Wasser, filtrirt das Ungelöste ab und wäscht dasselbe gut aus. Es enthält Eisenoxyd, Manganoxyd, phosphorsauren Kalk, phosphorsaure Talkerde. Die alkalische Auflösung enthält Thonerde und Phosphorsäure.

*) *Prüfung des in Kalilauge unlöslichen Theils.*

Fe^2O^3; Mn^2O^3; $(3CaO,PO^5)$; $(3MgO,PO^5)$.

1) *Prüfung auf Manganoxyd.* Eine Probe des Niederschlags wird mit kohlensaurem Natron auf dem Platinblech geschmolzen; der Glührückstand ist bei Gegenwart von Manganoxyd grün gefärbt.

2) *Prüfung auf Eisenoxyd und phosphorsaures Eisenoxyd.* Man löst den Niederschlag in einer kleinen Menge von verdünnter Salzsäure und vermischt die Lösung mit essigsaurem Natron. Eine entstehende Trübung deutet auf *phosphorsaures Eisenoxyd;* die von demselben durch Filtriren getrennte Flüssigkeit giebt beim Erhitzen zum Sieden einen braunen Niederschlag, welcher rasch abfiltrirt, in Salzsäure aufgelöst, mit Kaliumeisencyanür sich bläut (durch Bildung von Berlinerblau), bei Gegenwart von *Eisenoxyd.*

In den Holzaschen findet sich meistens eine geringe Menge von Eisenoxyd und eine grössere Menge von phosphorsauren alkalischen Erden. Kocht man eine salzsaure, mit essigsaurem Natron vermischte Lösung dieser Verbindungen, so scheidet sich alles Eisenoxyd unlöslich ab und reisst eine gewisse Quantität von Phosphorsäure, welche an Kalk oder Talkerde gebunden war, mit sich nieder. Der Niederschlag ist bei Abwesenheit der Phosphorsäure braun (essigsäurehaltiges Eisenoxydhydrat), bei Anwesenheit nicht zu geringer Mengen Phosphorsäure gelblich (phosphorsäurehaltiges Eisenoxydhydrat), mit Phosphorsäure gesättigt fast weiss (gewässertes phosphors. Eisenoxyd). Die vom Niederschlag getrennte Flüssigkeit enthält nun allen Kalk und alle Talkerde mit einer grösseren oder geringeren Menge von Phosphorsäure verbunden.

3) *Prüfung auf phosphorsauren Kalk und phosphorsaure Talkerde.* Man vermischt einen Theil der unter 2) erhaltenen eisenfreien Lösung tropfenweise mit *Eisenchlorid;* entsteht dadurch ein gelblichweisser Niederschlag, so ist die Anwesenheit der Phosphorsäure dargethan. Eine 2te Portion der eisenfreien Lösung prüft man durch Zusatz von *oxalsaurem Kali* auf Kalk, und die vom oxalsauren

Kalk abfiltrirte Flüssigkeit, mittelst phosphorsauren Natrons und Ammoniak auf Talkerde.

**) *Prüfung des in Kalilauge löslichen Theils.*

1) *Prüfung auf phosphorsaure Thonerde und reine Thonerde.* Man vermischt die alkalische Flüssigkeit mit Essigsäure bis zur deutlichen Röthung des Lacmuspapiers; ein bleibender weisser Niederschlag besteht aus *phosphorsaurer Thonerde;* ein anfangs erscheinender, aber in Essigsäure löslicher Niederschlag besteht aus *reiner Thonerde;* auf Zusatz von Ammoniak scheidet sich die letztere in weissen Flocken wieder aus.

2) *Prüfung auf Phosphorsäure.* Man vermischt die alkalische Lösung mit Essigsäure, bis zur schwachsauren Reaktion, filtrirt und tröpfelt Eisenchlorid zum Filtrat. Eine entstehende Trübung (phosphorsaures Eisenoxyd) beweisst die Gegenwart von Phosphorsäure.

III. Die alkalische, salmiakhaltige Flüssigkeit, welche von dem unter II durch Ammoniak gefällten Niederschlage abfiltrirt wurde, kann enthalten: *Schwefelsäure, Kalk* und *Talkerde.* Beide Basen waren in der Asche theils frei, theils als kohlensaure Salze, der Kalk auch als *schwefelsaures Salz* vorhanden. Statt an Kohlensäure finden sie sich nun an Salzsäure gebunden in der Lösung. Zur Prüfung theilt man die Lösung in zwei Portionen.

1) *Prüfung auf Kalk und Talkerde.* Man vermischt die Flüssigkeit mit Essigsäure bis zur schwachsauren Reaktion und dann mit oxalsaurem Kali. Der entstehende Niederschlag (von oxals. Kalk) beweisst die Gegenwart des *Kalks.*

Die mit oxalsaurem Kali von Kalk befreite filtrirte Flüssigkeit giebt mit phosphorsaurem Natron und überschüssigem Ammoniak beim Umrühren nach einigen Stehen einen Niederschlag bei Gegenwart von *Talkerde.*

2) *Prüfung auf Schwefelsäure.* Die zweite Portion der ammoniakalischen Lösung vermischt man mit Chlorbaryum; eine weisse Trübung, die auf Zusatz von Salzsäure nicht wieder verschwindet (schwefels. Baryt), beweisst die Ge-

genwart der *Schwefelsäure*, und wenn Kalk nachgewiesen wurde, beweisst sie auch die Anwesenheit von Gyps in der Asche.

C. *Prüfung des in Salzsäure unlöslichen Theiles der Asche.*

1) *Prüfung auf lösliche Kieselerde.* Man kocht den in Wasser und Salzsäure unlöslichen Rückstand mit wässrigem kohlensauren Natron, filtrirt und vermischt das Filtrat mit einer nicht zu geringen Menge von Chlorammonium. Entsteht nach einiger Ruhe ein flockiger Niederschlag, so ist damit die Gegenwart der löslichen Kieselerde bewiesen.

2) *Prüfung auf Thon und Sand.* Eine Probe des im wässrigen kohlensauren Natron unlöslichen Theils wird auf Platinblech so lange geglüht, bis sie ihre schwarze Farbe (von beigemengter Kohle) verloren hat. Bleibt ein grauer oder weisser Rückstand, so kann dieser aus *Quarzsand* und *reinem Thon* bestehen; besitzt der Rückstand eine röthliche Farbe, so ist er eisenoxydhaltiger gebrannter Thon (Ziegelthon des Heerdes, auf welchem die Asche gewonnen wurde).

3) *Prüfung auf Schwefelsäure.* Aschen, welche arm sind an Kali und Natron, aber reich an Gyps, können nach der Behandlung mit Wasser und Salzsäure einen Rückstand geben, der noch Gyps enthält. Die Schwefelsäure desselben wird sich neben Kieselerde in der durch wässriges kohlens. Natron bewirkten Lösung finden. Diese giebt mit Salzsäure angesäuert, auf Zusatz von Chlorbaryum einen weissen Niederschlag (von schwefelsaurem Baryt), sobald noch *Schwefelsäure* vorhanden war.

Qualitative Analyse der Knochenasche.

Die Knochenasche enthält als Hauptbestandtheil *drittelphosphorsauren Kalk;* als Beimengungen finden sich *kohlensaurer* und *schwefelsaurer Kalk; phosphorsaure Talkerde; Chlornatrium, phosphorsaures Natron, Fluorcalcium* und *Schwefelcalcium.*

A. *Wässriger Auszug.*

Er enthält Gyps, Kochsalz und mitunter phosphorsaures Natron und Schwefelcalcium. Die Gegenwart dieser Substanzen ermittelt man durch *oxalsaures Kali* (der Kalk des Gypses fällt als weisser oxalsaurer Kalk nieder, unlöslich in Essigsäure); *Chlorbarium* (die Schwefelsäure des Gypses scheidet sich mit Baryt verbunden als weisser, in Salzsäure unlöslicher Schwerspath aus); *salpetersaures Silberoxyd* (die *Phosphorsäure* des phosphorsauren Natrons giebt mit dem Silberoxyd einen eigelben, in Salpetersäure löslichen Niederschlag; das *Chlor* des Kochsalzes vereinigt sich mit dem Silber des Reagenzes zu weissem, in Ammoniak löslichen, in Salpetersäure unlöslichen Chlorsilber; der *Schwefel* des Schwefelcalciums bildet mit dem Silber schwarzes, in Ammoniak und Salpetersäure unlösliches Schwefelsilber).

Die Gegenwart des *Schwefelcalciums* erkennt man auch an der Entwickelung von Schwefelwasserstoff beim Uebergiessen der Knochenasche mit Salzsäure; ein darüber gehaltenes, mit essigsaurem Bleioxyd getränktes Papier schwärzt sich durch Bildung von Schwefelblei.

B. *Der im Wasser unlösliche Theil der Knochenasche.*

Mit Salpetersäure erwärmt, entwickelt der im Wasser unlösliche Theil der Knochenasche *Kohlensäure* unter Aufbrausen. Es bleibt meistens eine geringe Menge von *Kohle* und zufällig beigemengter *Sand* oder *Thon* ungelöst. Die filtrirte salpetersaure Lösung ist farblos; sie trübt sich beim Vermischen mit Ammoniak stark weiss; auf Zusatz von Essigsäure bis zur Röthung des Lacmuspapiers löst sich der grösste Theil wieder auf, der unlöslich bleibende gelblichweisse bis weisse Niederschlag besteht aus *phosphorsaurem Eisenoxyd.* Dieses wird auf einem Filter gesammelt, mit einem Porzellanspatel heruntergenommen und in zwei Portionen vertheilt. Die eine übergiesst man direkt mit Schwefelammonium; die eintretende Schwärzung (von gebildetem Schwefeleisen) beweist die Gegenwart des Eisens. Die andere Portion löst man in einigen Tropfen Salzsäure und vermischt die Lösung mit *Kaliumeisencyanür;* die entstehende blaue Färbung beweist ebenfalls die Gegenwart des Eisenoxyds.

Die vom phosphorsauren Eisenoxyde getrennte Lösung wird mit überschüssigem oxalsauren Kali vermischt; der entstehende weisse Niederschlag (oxalsaurer Kalk) beweist die Gegenwart des *Kalks*. Man sammelt den Niederschlag auf einem Filter, giesst zu dem Filtrat etwas oxalsaures Kali, um sich von der völligen Fällung des Kalks zu überzeugen, und vermischt die klare Flüssigkeit mit überschüssigem Ammoniak. Der dabei entstehende Niederschlag (phosphors. Ammoniak-Talkerde) beweisst die Gegenwart der *phosphors. Talkerde*. Die von dem Niederschlage getrennte Flüssigkeit vermischt man mit schwefelsaurer Talkerde und Chlorammonium. Die entstandene Fällung (abermals phosphorsaure Ammoniak-Talkerde) beweist die Gegenwart der *Phosphorsäure*.

Weitere Reaktionen auf Phosphorsäure.

1) Eine Portion der salpetersauren Lösung mischt man mit essigsaurem Natron, trennt den abgeschiedenen Niederschlag (phosphors. Eisenoxyd) und tröpfelt zu der klarfiltrirten Flüssigkeit *Eisenchlorid;* es entsteht ein weisser bis gelblichweisser Niederschlag (phosphors. Eisenoxyd).

2) Eine Portion der salpetersauren Lösung verdünnt man mit Wasser und fügt dann *essigsaures Bleioxyd* hinzu; es entsteht ein weisser Niederschlag (phosphors. Bleioxyd).

3) Eine Portion der salpetersauren Lösung mischt man mit *salpetersaurem Silberoxyd* und tröpfelt nach und nach unter stetem Umrühren *Ammoniak* hinzu. Es entsteht ein eigelber Niederschlag (ᶜphosphorsaures Silberoxyd), welcher auf Zusatz von überschüssigem Ammoniak weiss wird (weil das gelbe ᶜphosphorsaure Silberoxyd sich auflöst und an seiner Stelle weisser phosphors. Kalk niederfällt).

C. *Prüfung der Knochenasche auf Fluor.*

Man übergiesst die Knochenasche im Platintiegel mit concentrirter Schwefelsäure, erwärmt das Gemisch und hält über die Dämpfe eine mit Wachs überzogene Glastafel, in welche man mit einem spitzen Hölzchen einige Schriftzüge so tief eingegraben hat, dass das Glas an diesen Stellen bloss gelegt ist. Nach einigen Minuten werden die Schriftzüge durch die entwickelten Fluorwasserstoffdämpfe in die Glastafel eingeätzt sein.

Qualitative Analyse der Ackererde.

Die gegebene Ackererde wird in einer Porzellanschale mit Wasser zu einem dünnen Brei angerührt, dieser nach minutenlanger Ruhe von den zu Boden gesunkenen Steinchen und schwereren sandigen Theilen hinweg auf ein Filter gegossen. Das Waschen der Steinchen und des Sandes wird so lange fortgesetzt, bis das Wasser über denselben nach kurzer Ruhe völlig klar erscheint. Nach dem Trocknen trennt man die gröberen Steine durch Auslesen von dem feineren Sande und den Steinchen; die letzteren durch ein Haarsieb von dem feinerem Sande. Auf diese Weise bekommt man

I. *eine wässrige Lösung*, welche von der feinzertheilten, auf dem Filter befindlichen Erde abtropft; sie enthält immer etwas höchst feinzertheilte Erde beigemengt, die durch die Poren des Filters gedrungen ist. Man untersucht diese Flüssigkeit auf dieselbe Weise, wie das Fluss- und Brunnenwasser (s. die qualitative Analyse derselben S. 289), weil in ihr dieselben Bestandtheile in ähnlicher Verdünnung vorkommen, wie im Flusswasser. Um sie klar zu erhalten, muss man sie zur Trockne verdampfen, wieder in einer geringeren Menge Wasser lösen und abermals filtriren *);

II. *fein zertheilte aufschlämmbare Erde (Schlämmerde, Stauberde)*. Sie besteht aus den am meisten verwitterten Mineralien *(Erde)*; und aus vermoderten organischen Substanzen *(Humus)*;

III. *feinsandige Mineralien (feiner Sand)*;

IV. *grobsandige Mineralien (grober Sand)*;

V. *Steine* (Bruchstücke von plutonischen und neptunischen Felsarten).

*) Ausser den Beimengungen, welche die Fluss- und Quellwässer enthalten, hat man in dem wässrigen Ackererdeauszug noch gefunden: phosphorsaures Kali, -Natron, -Ammoniak; kieselsaures Kali, -Natron; Quellsäure, Quellsatzsäure, Essigsäure, Ameisensäure, Geinsäure, Ulminsäure und Huminsäure, an Kali, Natron, Ammoniak, Kalk, Talkerde, Eisenoxydul gebunden.

A. *Analyse der Schlämmerde oder Stauberde.*

a) *Aufsuchung der Huminsäure und des Gypses.*

Eine nicht zu geringe Menge des frischen Schlammes kocht man mit reinem kohlensauren Kali und Wasser etwa 10 Minuten lang, filtrirt und wäscht das Ungelöste mit Wasser. Das Filtrat vermischt man mit Salzsäure bis zur schwachsauren Reaktion und beobachtet, ob sich braune Flocken abscheiden. Geschieht diess, so enthält die Schlämmerde Huminsäure oder Geinsäure; die alkalische Flüssigkeit besitzt alsdann eine heller oder dunkler braune Farbe. Die filtrirte huminsäurefreie Flüssigkeit wird mit Chlorbaryumlösung vermischt; entsteht dabei eine weisse Trübung (von schwefelsaurem Baryt), so beweist dieselbe die Gegenwart schwefelsaurer Salze, besonders des schwefelsauren Kalks (des Gypses) in der Schlämmerde.

b) *Untersuchung des salzsauren Auszugs der Schlämmerde.*

Eine nicht zu kleine Menge des frischen, nicht mit kohlensaurem Kali behandelten Schlammes (etwa einen Esslöffel voll) übergiesst man mit so viel nicht rauchender reiner Salzsäure, dass nach dem Erwärmen das Gemisch stark saure Reaktion besitzt, auch nach $\frac{1}{4}$ stündigem Kochen noch Lacmuspapier stark röthet und auf Zutröpfeln von Salzsäure kein Brausen mehr zeigt. (Das Brausen beweist die Gegenwart von erdigen, kohlensauren Salzen, namentlich des kohlensauren Kalks und der kohlens. Talkerde.) Sobald man nach längerem Erwärmen keine Einwirkung der Salzsäure auf die Erde mehr bemerkt, bringt man das Ungelöste auf ein Filter, wäscht es hier so lange mit Wasser, bis die abtröpfelnde Flüssigkeit keine saure Reaktion mehr besitzt. Die filtrirte saure Flüssigkeit verdampft man unter einem gutziehenden Schornstein unter Umrühren bei gelinder Wärme zur Trockne, löst nach dem Erkalten den Rückstand in einer kleinen Menge Salzsäure und beobachtet, ob weisse Flocken ungelöst bleiben. Diese sammelt man auf dem Filter, wäscht sie mit Wasser und nimmt sie für lösliche *Kieselerde* (in der Ackererde als kieselsaures Eisenoxyd, kieselsaure Thonerde, kieselsaure Talkerde u. s. w. vorhanden).

Die salzsaure Lösung enthält Thonerde, Eisenoxyd, Manganoxyd, Kalk, Talkerde, Schwefelsäure, Phosphorsäure und kleine Mengen von Kali und Natron in Lösung. Man fällt sie mit überschüssigem *Ammoniak*, wodurch Eisenoxyd, Thonerde, Manganoxyd und phosphorsaure Salze niedergeschlagen werden, während Kalk, Talkerde, Kali und Natron gelöst bleiben. Den abfiltrirten und mit Wasser gewaschenen Niederschlag untersucht man genau so, wie den auf gleiche Weise aus dem salzsauren Aschenauszug durch Ammoniak erhaltenen Niederschlag (s. qualitative Anal. der Holzaschen unter B. II. S. 298).

Die ammoniakalische Lösung theilt man in zwei Portionen: die eine prüft man auf *Kalk*, *Talkerde* und *Schwefelsäure*, wie die entsprechende Flüssigkeit B. III. der Aschenanalyse S. 300.

Die zweite Portion vermischt man mit reiner Oxalsäure, filtrirt, dampft das Filtrat zur Trockne ein, glüht den Rückstand im hessischen Tiegel (besser im Platintiegel) und löst den Rückstand in wenig Wasser. Die Auflösung enthält *Kali-* und *Natronsalze*, oder *Chlorkalium* und *Chlornatrium*, zuweilen etwas *Talkerde*. Man prüft eine kleine Menge der Lösung mit phosphorsaurem Natron-Ammoniak auf Talkerde; entsteht keine Trübung (ist also *keine Talkerde* vorhanden), so theilt man die übrige Lösung in zwei Portionen. Die eine vermischt man mit Weinsäure; entsteht ein Niederschlag, so sind *Kalisalze* vorhanden. Die zweite Portion vermischt man mit antimonsaurem Kali und erhält einen weissen Niederschlag bei Anwesenheit von *Natronsalzen*. Ist *Talkerde zugegen*, so kocht man die Flüssigkeit mit etwas Barytwasser, filtrirt, vermischt das Filtrat mit einigen Tropfen Schwefelsäure, filtrirt abermals, dampft zur Trockne ein und glüht. Den Glührückstand prüft man nun, wie angegeben, mit Weinsäure auf Kali, mit antimonsaurem Kali auf Natron.

c) *Untersuchung des in Salzsäure unlöslichen Theils der Schlämmerde auf lösliche Kieselerde.*

Man kocht den in Salzsäure unlöslichen Theil mit wässrigem kohlensauren Natron, filtrirt und wäscht das Ungelöste sorgfältig mit Wasser. Die durchgelaufene Flüssigkeit theilt man in zwei Portionen. Die eine vermischt man mit *Salzsäure.*

Eine Ausscheidung von braunen Flocken beweist die Anwesenheit von *Huminsäure;* die filtrirte saure Lösung wird mit Ammoniak wieder alkalisch gemacht. Scheiden sich dabei weisse Flocken aus, so ist die Anwesenheit von *löslicher Kieselerde* nachgewiesen. Die zweite Portion der Natronlösung mischt man mit *Salmiak;* eine flockige Abscheidung deutet ebenfalls auf *lösliche Kieselerde.* Diese zeigt in der durch Huminsäure verdunkelten Lösung eine bräunliche oder gelbliche Farbe, sie wird aber beim Glühen weiss.

Die Bestandtheile, welche durch die aufeinanderfolgende Wirkung der Salzsäure und des wässrigen kohlensauren Natrons aus der Schlämmerde aufgelöst werden, sind:

1) Im Wasser schwerlösliche, im kohlensauren Wasser etwas leichter lösliche *kohlensaure* Salze, namentlich kohlensaurer Kalk, kohlensaure Talkerde, kohlensaures Eisenoxydul und -Manganoxydul.
2) Im reinen und kohlensauren Wasser schwerlösliche oder unlösliche *phosphorsaure* Salze, unter anderen phosphorsaurer Kalk, phosphorsaure Talkerde, -Thonerde, phosphorsaures Eisenoxyd, -Manganoxyd.
3) Im Wasser schwerlösliche *schwefelsaure Salze*, z. B. Gyps, basisch-schwefelsaures Eisenoxyd.
4) Im Wasser unlösliche *Hydrate*, z. B. Talkerdehydrat, Thonerdehydrat, Eisenoxydhydrat, Manganoxydhydrat.
5) Einige *Kieselerdeverbindungen*, namentlich kieselsaure Talkerde, Eisenoxydul- und Talkerde-haltiger kieselerdearmer Thon (Lettenthon), kieselsaures Eisenoxyd und Oxydul, manche *Zeolithe* (gewässerte Kali-, Natron-, Kalk-, Eisenoxydul-Silicate). Sie geben ihre Basen und einen Theil der Kieselerde an die Salzsäure ab, der Rest der Kieselerde löst sich dann beim Kochen mit kohlens. Natron.

d) *Untersuchung des in Salzsäure und wässrigem kohlensauren Natron unlöslichen Theils der Schlämmerde.*

Man rührt die Masse mit Wasser zu einem dünnen Brei an, vermischt denselben mit etwas *concentrirter Schwefelsäure* und erhitzt das Gemisch in einem Kochfläschchen, bis sich

weisse ätzend-saure Dämpfe von Schwefelsäure zu entwickeln beginnen. Bei diesem Zeitpunkte unterbricht man *sogleich* die Erhitzung, damit die schädlich auf die Lungen wirkenden Dämpfe der Schwefelsäure nicht den Arbeitsraum erfüllen (weshalb man am besten diese Operation unter einem gutziehenden Schornsteine vornimmt), setzt das Fläschchen auf eine trockne, die Wärme schlecht leitende Unterlage (auf trocknes, mehrfach zusammengelegtes Papier) und lässt erkalten. Dann verdünnt man das Gemisch mit seinem gleichen Volum Wasser und erhitzt abermals so lange, bis die Säuredämpfe sich von Neuem entwickeln. Die wieder erkaltete Flüssigkeit giesst man in das fünffache Volum Wasser, bringt das Gemisch aufs Filter und wäscht den Filterinhalt so lange mit Wasser, bis das durchtröpfelnde Wasser Lacmuspapier kaum noch röthet.

Die schwefelsaure Lösung kann enthalten *Thonerde*, *Eisenoxyd*, *Talkerde* aus dem *gemeinen Thone* der Schlämmerde und *Kalk*, durch Zersetzung des vorhandenen *Flussspaths* gebildet.

Schema zur Prüfung der schwefelsauren Auflösung.

Ammoniak bis zur alkalischen Reaktion zur Auflösung gemischt,

<table>
<tr><td colspan="2">giebt einen Niederschlag von:
Eisenoxyd und Thonerde.
Kalilauge mit dem frischgefällten Niederschlag gekocht:</td><td colspan="2">in Auflösung bleiben:
Kalk und Talkerde.
Oxalsaures Kali bewirkt in der mit Essigsäure schwach angesäuerten Lösung:</td></tr>
<tr><td>lässt ungelöst *Eisenoxyd* mit rothbrauner Farbe. Die salzsaure Auflösung desselben wird durch Kaliumeisencyanür blau gefärbt oder gefällt.</td><td>löst farblos auf *Thonerde.* Aus der filtrirten alkalischen Lösung fällt auf Zusatz von Chlorammonium die Thonerde in weissen Flocken nieder.</td><td>eine weisse Fällung, wenn *Kalk* zugegen ist.</td><td>keine Fällung, *Talkerde;* die Gegenwart der letzteren wird an dem weissen Niederschlag erkannt, welcher in der von oxalsaur. Kalk abfiltrirten Flüssigkeit durch Zusatz von phosphorsaur. Natron u. Ammoniak entsteht.</td></tr>
</table>

e) *Untersuchung des in Schwefelsäure unlöslichen Theils der Schlämmerde.*

Die meistens dunkel gefärbte Masse (die Vermoderungsprodukte oder die humösen Theile der Schlämmerde, welche theilweise in Salzsäure und kohlensaurem Natron *unlöslich* sind, haben bei dem Kochen mit concentrirter Schwefelsäure eine *Verkohlung* erlitten; daher die schwarze Farbe des in Schwefelsäure unlöslichen Theils, sowie die Entwicklung von *schwefliger Säure* während des Kochens mit Schwefelsäure) wird mit wässrigem kohlensauren Natron eine Viertelstunde lang gekocht, das Ungelöste auf einem Filter gesammelt und dort gut mit Wasser gewaschen. Die filtrirte alkalische Flüssigkeit enthält diejenige *Kieselerde* in Auflösung, welche mit den in Schwefelsäure löslichen Basen: Thonerde, Eisenoxyd und Talkerde *gemeinen Thon* bildete. Man erkennt ihre Anwesenheit an dem weissen flockigen Niederschlage, welcher auf Zusatz von *Chlorammonium* in der alkalischen Flüssigkeit entsteht.

f) *Untersuchung des in Schwefelsäure und wässrigem kohlensauren Natron unlöslichen Theils der Schlämmerde.*

Eine Probe des gut ausgewaschenen Rückstandes glüht man auf Platinblech. Er wird dabei nach und nach seine schwarze oder graue Farbe verlieren, indem die beigemengte Kohle leicht verbrennt. Gewöhnlich bleibt ein weisser oder gelblichweisser Rückstand: *kieselerdereicher Thon*, *höchst feinzertheilter Quarzsand* und *feinzerriebene Glimmerblättchen.*

Man kocht das ungeglühte Gemenge von Kohle, kieselerdereichem Thon und Quarzsand in einer blanken eisernen Schale mit Kalilauge bis zur Trockne, löst wieder in Wasser, vermischt in einer Porzellanschale mit Salzsäure bis zur sauren Reaktion, dampft zur Trockne ein, löst wieder in heisser verdünnter Salzsäure und filtrirt. Die *filtrirte Auflösung* wird alle Thonerde des kieselerdereichen Thons enthalten, so wie eine kleine Menge Eisenoxyd aus dem angewandten eisernen Kochgefässe. Man erkennt die Gegenwart der Thonerde an dem weissen flockigen Niederschlage, welcher beim Vermischen der sauren Lösung mit überschüssigem Aetzammoniak entsteht.

Eine braune Färbung desselben rührt von Eisenoxyd her; man kann die Thonerde vom Eisenoxyd trennen, wie unter *d)* angegeben wurde.

Der *unlösliche*, auf dem Filter befindliche Theil wird nach gutem Waschen mit Wasser auf Platinblech oder in der Platinschale geglüht, wobei er seine schwarze Farbe verliert. Es bleibt ein Gemenge aus *feinzertheiltem Quarzsand* ([a] SiO; Krystallkieselerde, unlöslicher Kieselerde), *feinzertheilten Glimmerblättchen* und *löslicher Kieselerde* ([b] SiO, amorphe Kieselerde), welche mit der in Salzsäure gelösten Thonerde den *kieselerdereichen Thon* zusammensetzte. Man erkennt die Gegenwart der letzteren durch Kochen des Gemenges mit wässrigem kohlensauren Natron, Filtriren und Vermischen des Filtrats mit *Chlorammonium*. Die niederfallenden weissen Flocken sind *lösliche Kieselerde.*

g) *Untersuchung des in Wasser, Salzsäure, Schwefelsäure, wässrigem kohlensauren Natron und wässrigem Aetzkali unlöslichen feuerbeständigen Antheils der Schlämmerde.*

Der gut ausgewaschene und getrocknete unlösliche Rückstand ist meistens weiss oder schwach gelbgrau gefärbt; er besteht aus feinem Quarz- und Glimmertheilchen. Man schmilzt ihn mit der *dreifachen* Menge kohlensauren Kalis im Platintiegel eine halbe Stunde lang bei starker Rothglühhitze. Der Glührückstand löst sich nun vollkommen beim Kochen mit Salzsäure. Nach dem Abdampfen zur Trockne, Wiederauflösen in verdünnter Salzsäure bleibt weisse Kieselerde zurück, welche in erwärmter Kalilauge sich völlig wieder auflöst. (Durch das Glühen mit kohlensaurem Kali ist nämlich die [a] SiO oder die unlösliche Kieselerde des Quarzes in [b] Kieselerde oder lösliche Kieselerde übergeführt worden.) In der salzsauren, von Kieselerde getrennten Lösung lässt sich durch Vermischen mit Ammoniak die Thonerde des Glimmers nachweisen; sie scheidet sich in weissen Flocken aus.

B. *Analyse des feinen Sandes.*

a) Eine feinzerriebene Portion desselben behandelt man zur Nachweisung der Schwefelsäure (des Gypssandes), wie die

Schlämmerde mit wässrigem kohlensauren Kali. Huminsäure findet sich in weit geringerer Menge in dem feinen Sande.

b) Eine nicht zu kleine Menge des unveränderten Sandes dampft man mit Salzsäure zur Trockne ein, löst wieder in heisser verdünnter Salzsäure, filtrirt und prüft die salzsaure Lösung auf Thonerde, Eisenoxyd, Manganoxyd, Kalk, Talkerde, Schwefelsäure, Phosphorsäure, wie bei der Schlämmerde angegeben wurde. Auf Kali und Natron zu untersuchen, ist hier weniger nöthig, als bei der Schlämmerde.

c) Den in Salzsäure unlöslichen Theil prüft man auf lösliche Kieselerde mit wässrigem kohlensauren Natron, wie bei der Schlämmerde.

Die in Salzsäure und wässrigem kohlensauren Natron aufgelösten Basen und Säuren gehörten dem vorhandenen *Kalksand*, *Dolomitsand*, den *dichten Mergeln* u. s. w. an.

d) Der in Salzsäure und wässrigem kohlens. Natron unlösliche Theil besteht aus *Quarzsand* (farblos durchsichtigen, milchweissen, gelblichen bis braunrothen, das Glas ritzenden Körnchen), *Kieselschiefer* (schwärzlichen Körnern), *Glimmerblättchen* (silberglänzende, schwärzliche, grünbraune Blättchen), *Thonschiefersplitterchen* (fettglänzende, undurchsichtige, schiefergraue Stückchen), *gebrannte Ziegelstückchen* u. s. w.

C. *Analyse des gröberen Sandes und der Steine.*

Bei ihnen reicht eine Berücksichtigung der Farbe, der Härte, des specifischen Gewichts zur Erkennung ihrer Beschaffenheit aus. Höchstens erwärmt man eine Probe von jeder Sorte der gemengten Steine mit Salzsäure und beobachtet, ob ein Brausen stattfindet oder nicht, und erkennt daran, ob Kalksteine und Dolomite vorhanden sind. Oder man glüht sie vor dem Löthrohre auf der Kohle und beobachtet die alkalische Beschaffenheit des Rückstandes.

Will man die grösseren Steine einer chemischen Analyse unterwerfen, so behandelt man ein Stückchen derselben mit Salzsäure, wie beim feinen Sande angegeben wurde und untersucht die Lösung auf ähnliche Weise, wie dort.

Qualitative Analyse der Feldspäthe.

Der *gemeine Feldspath* besteht aus *Kieselerde*, *Thonerde und Kali;* kleine Mengen von Natron, Spuren von Eisenoxyd, Kalk und Talkerde begleiten die Hauptbestandtheile.

Der *Albit* besteht aus *Kieselerde*, *Thonerde und Natron;* kleine Quantitäten von Eisenoxyd und Kali finden sich denselben beigemengt.

Im *Periklin* und *Ryakolith* sind *Kieselerde*, *Thonerde*, *Natron und Kali* die Hauptbestandtheile, Eisenoxyd, Kalk und Talkerde kommen in geringen Mengen darin vor.

Im *Labrodor*, *Andesin und Oligoklas* sind *Kieselerde*, *Thonerde*, *Kalk* und *Natron* die Hauptbestandtheile; Eisenoxyd, Talkerde und Kali sind in untergeordneter Menge zugegen.

Im *glasigen Feldspath* und im *Kali-Albit vom Drachenfels* sind *Kieselerde*, *Thonerde*, *Kali*, *Natron* und *Kalk* Hauptbestandtheile; Eisenoxyd und Talkerde kommen ebenfalls in nicht unbeträchtlicher Menge vor.

Die Feldspäthe sind unlöslich in wässrigen Säuren und Alkalien; um sie in Säuren löslich zu machen, müssen sie mit kohlensaurem Baryt heftig geglüht werden. Zu dem Ende zerreibt man das Mineral im Achatmörser so fein als möglich, schlämmt das feinste Pulver mit Wasser ab und trocknet dasselbe wieder. Von dem geschlämmten Feldspathpulver mengt man 1 Gramm mit 5 Gramm reinen kohlensauren Baryt aufs innigste, bringt das Gemenge in einen Platintiegel und setzt es darin $\frac{1}{2}$ bis 1 Stunde lang einer heftigen Rothglühhitze aus. Nach dem Erkalten des Tiegels schüttet man den zusammengesinterten Inhalt in eine Porzellanschale und übergiesst ihn darin mit Salzsäure. Durch das Glühen des Feldspaths mit kohlensaurem Baryt geschieht eine theilweise Zersetzung des letzteren; es entsteht kieselsaurer Baryt und kohlensaures Kali oder kohlensaures Natron, oder kohlensaurer Kalk; die vorhandene Thonerde, Talkerde und das Eisenoxyd werden in Freiheit gesetzt. Alle diese beim Glühen entstandenen Verbindungen lösen sich in Salzsäure auf; nur ein Theil der Kieselerde bleibt ungelöst. Durch Abdampfen zur Trockenheit geht alle Kiesel-

erde in die unlösliche Modification der amorphen Kieselerde über und bleibt beim abermaligen Kochen der Masse mit Salzsäure ungelöst als weisses Pulver zurück. Aus der filtrirten Flüssigkeit wird der Baryt durch verdünnte Schwefelsäure entfernt. Da BaO, CO^2 = 98,64 Gew.-Thc. kohlensaurer Baryt HO, SO^3 = 49 Gew.-The. Schwefelsäurehydrat erfordern, um völlig in schwefelsauren Baryt umgewandelt zu werden, so hat man $\frac{49 \cdot 5}{98,64}$ = 2,484 Gramm Schwefelsäurehydrat zuzumischen, um allen Baryt, welcher in den zugesetzten 5 Gramm kohlensauren Baryt vorhanden war, zu entfernen. Ein Ueberschuss von Schwefelsäure ist sorgfältig zu vermeiden. Sollte die angewandte concentrirte Schwefelsäure etwas wasserhaltiger sein, als bei obiger Rechnung vorausgesetzt wurde, so werden die abgewogenen 2,484 Gramm derselben noch nicht ausreichen, um allen Baryt zu fällen. Man tröpfelt alsdann noch soviel *verdünnte Schwefelsäure* hinzu, dass der kleine Rest des noch gelösten Baryts gefällt wird, filtrirt, und wäscht den Niederschlag von schwefelsauren Baryt gut mit Wasser aus. Aus den vereinigten filtrirten Flüssigkeiten fällt man die Thonerde und die geringe Menge des Eisenoxyds durch überschüssiges Ammoniak. (Beide Oxyde trennt man nach den Auswaschen durch Kochen des noch feuchten Niederschlags mit Kalilauge, worin Thonerde sich löst, aber nicht das Eisenoxyd. Aus der Kalilösung wird die Thonerde durch Salmiak niedergeschlagen.)

Die von Thonerde und Eisenoxyd abfiltrirte ammoniakalische Lösung enthält Chlorammonium, schwefelsaures Ammoniak, Chlorkalium, Chlornatrium, und wenn der Feldspath Kalk- und Talkerde-haltig war, auch diese.

Man prüft die Lösung auf Kalk, Talkerde, Kali und Natron auf ähnliche Weise wie bei der qualitativen Analyse der Ackererde unter A., b) näher angegeben wurde.

Qualitative Analyse des Guano.

Der amerikaniche Guano giebt an *kaltes Wasser phosphorsaure*, *schwefelsaure*, *salzsaure* und *organischsaure Salze des Ammoniaks*, *Kalis*, *Natrons*, *und kleine Mengen von Kalk- und Talkerdesalzen ab.*

Heisses Wasser zieht aus dem in kaltem Wasser unlöslichen Theile des Guano *harnsaures Ammoniak*, *phosphorsaure Ammoniak-Talkerde und etwas phosphors. Kalk* aus.

Salzsäure löst aus den in kaltem und heissem Wasser unlöslichen Theile noch *phosphors. Kalk*, *phosphors. Talkerde*, *oxals. Kalk* auf. Der in Salzsäure unlösliche Theil giebt an *Aetzkalilauge* beim Erhitzen noch Harnsäure ab; der in allen Lösungsmitteln unlösliche Antheil besteht aus *organischen Resten*, *Thon* und *Sand.*

A. *Prüfung des kaltbereiteten wässrigen Auszugs.*

a) *Auf Basen.*

1) Auf *Ammoniak.* Der Auszug wird mit einigen Tropfen Salzsäure angesäuert und fast bis zur Trockenheit verdunstet. Zu der concentrirten Lösung fügt man etwas Kalilauge und prüft mittelst des Curcumapapiers auf entweichendes Ammoniakgas.

2) Auf *Kalk und Talkerde.* Man vermischt den Auszug mit etwas *Oxalsäure;* ein entstehender weisser, in Essigsäure unlöslicher Niederschlag (oxals. Kalk) deutet auf Gegenwart von Kalksalzen. Nachdem derselbe abfiltrirt worden ist, prüft man das Filtrat mit *phosphorsaurem Natron* und *Ammoniak* auf Talkerde; bei Gegenwart derselben entsteht beim Umrühren und nach längerem Stehen ein krystallinischer weisser Niederschlag (phosphors. Ammoniak-Talkerde).

3) Auf *Kali* und *Natron.* Man dampft eine nicht zu kleine Menge des wässrigen Auszugs zur Trockne ein und glüht den Rückstand in der Platinschale. Das feuerbeständige Salz löst man in einer sehr kleinen Menge Wasser, fil-

trirt die Lösung, falls sie trübe sein sollte und prüft das Filtrat mit Curcumapapier auf seine alkalische Beschaffenheit. Die Hälfte des Filtrats vermischt man mit *antimons. Kali;* entsteht ein krystallinischer Niederschlag (besonders beim Umrühren), so ist Natron zugegen. Die andre Hälfte des Filtrats wird mit Weinsäurelösung angesäuert; entsteht ein krystallinischer weisser Niederschlag (saures weinsaures Kali), so ist Kali zugegen.

Bemerkung. Die Prüfung auf Natron durch antimonsaures Kali ist nur dann anzuwenden, wenn der wässrige Auszug des Glührückstandes keine weiteren Basen als Kali und Natron enthält.

b) *Auf Säuren.*

1) Auf *Phosphorsäure.* Eine nicht zu geringe Menge des kaltbereiteten wässrigen Auszugs wird zur Trockne verdampft, der Rückstand in der Platinschale geglüht, dann wieder mit wenig Wasser aufgelöst und nöthigenfalls filtrirt. Das Filtrat wird bei Gegenwart von Phosphorsäure durch *essigsaures Bleioxyd* weiss gefällt, der Niederschlag (phosphors. Bleioxyd) ist unlöslich in Essigsäure; mit etwas *Essigsäure*, *essigsaurem Natron* und *einem Tropfen Eisenchloridlösung* vermischt, entsteht ein weisser Niederschlag (phosphors. Eisenoxyd); *salpetersaures Silberoxyd* bewirkt einen gelben, in Salpetersäure löslichen Niederschlag (von phosphors. Silberoxyd).

2) Auf *Schwefelsäure und Salzsäure.* Der wässrige Auszug wird mit etwas reinem Kalkwasser alkalisch gemacht, dann zur Trockne abgedampft, schwach in Platinschälchen geglüht und wieder mit Wasser aufgelöst; die filtrirte Flüssigkeit wird in 2 Theile getheilt. Die eine Hälfte wird mit Chlorbaryum vermischt; entsteht ein in Salzsäure unlöslicher weisser Niederschlag (schwefels. Baryt), so ist *Schwefelsäure* zugegen. Die andre Hälfte wird mit salpetersaurem Silberoxyd vermischt; entsteht ein in Salpetersäure unlöslicher Niederschlag (Chlorsilber), so ist *Chlorwasserstoff* (oder Salzsäure) zugegen.

3) Auf *Harnsäure.* Der kalt bereitete wässrige Auszug wird auf ein kleines Volum eingedampft, dann etwas Salpeter-

säure zugefügt und unter Umrühren bis beinahe zur Trockne gebracht. Färbt sich der Rückstand beim Zutröpfeln von Ammoniak *purpurroth*, so war Harnsäure zugegen.

4) Auf *Oxalsäure.* Zu der wässrigen Lösung fügt man einige Tropfen Chlorcalcium; entsteht ein in Essigsäure unlöslicher Niederschlag, so ist Oxalsäure zugegen.

B. *Prüfung des warm bereiteten salzsauren Auszugs des in kaltem Wasser unlöslichen Theils vom Guano.*

1) *Ermittelung des phosphorsauren Eisenoxyds und des oxalsauren Kalks.* Man vermischt die filtrirte salzsaure Lösung mit essigsaurem Natron; der entstehende Niederschlag von Fe^2O^3,PO^5 und oxalsaurem Kalk wird abfiltrirt, getrocknet und in der Platinschale geglüht. Beim Uebergiessen mit Essigsäure hinterbleibt das phosphors. Eisenoxyd ungelöst, während der Kalk sich auflöst und in dieser Lösung durch oxals. Kali nachgewiesen werden kann. Das in Essigsäure unlösliche phosphors. Eisenoxyd wird mit Salzsäure aufgelöst und zu der Flüssigkeit *Kaliumeisencyanür* gemischt, wodurch eine blaue Fällung entsteht, als Beweiss der Gegenwart des Eisenoxyds.

2) *Ermittelung des phosphorsauren Kalks und der phosphorsauren Talkerde.* Zu der unter B. 1) vom phosphorsauren Eisenoxyd und oxals. Kalk getrennten Flüssigkeit fügt man Aetzammoniak bis zur alkalischen Reaktion, rührt gut um, lässt einige Stunden stehen und filtrirt. Auf dem Filter befinden sich die phosphors. Salze des Kalks und der Talkerde. Um in ihnen die Säure und die beiden Basen nachzuweisen, löst man den Niederschlag in der geringsten Menge Salpetersäure auf und theilt die Lösung in 2 Theile. Den einen vermischt man mit salpetersaurem Silberoxyd und fügt tropfenweise Ammoniak hinzu; es entsteht ein eigelber Niederschlag von phosphors. Silberoxyd. Den andern Theil vermischt man mit oxals. Kali und erhält dadurch einen weissen Niederschlag von oxalsaurem Kalk. Nach Filtration desselben wird die Flüssigkeit aufs Neue mit oxals. Kali vermischt; entsteht dadurch keine Fällung mehr, so mischt man

Aetzammoniak bis zur alkalischen Reaktion hinzu; die Talkerde wird dadurch als phosphorsaure Ammoniak-Talkerde gefällt.

3) *Ermittelung des kohlensauren Kalks und der kohlensauren Talkerde.* In der unter B. 2) vom phosphors. Kalk und der phosphors. Talkerde getrennten Flüssigkeit sind noch Kalk und Talkerde vorhanden, welche im Guano als kohlensaure Salze zugegen waren. Hat man nun beim Auflösen des Guano in Salzsäure gefunden, dass Kohlensäure unter Aufbrausen entwich, so muss die Prüfung auf Kalk und Talkerde in der bekannten Weise mit oxals. Kali und phosphors. Natron-Ammoniak in der von phosphors. Kalk und phosphors. Talkerde freien Flüssigkeit vorgenommen werden.

C. *Prüfung des in Wasser und Salzsäure unlöslichen Theils vom Guano.*

1) *Prüfung auf Harnsäure und Huminsäure.* Man kocht den mit Wasser und Salzsäure erschöpften Guano mit Kalilauge, filtrirt, säuert das Filtrat mit Salzsäure an und erhält einen Niederschlag, der mehr oder weniger dunkelgefärbt ist, je grösser oder je kleiner die Menge von Huminsäure, welche der abgeschiedenen Harnsäure beigemengt ist. Mit dem Niederschlage verfährt man zur Erkennung der Harnsäure, wie oben unter A. b. 3. angegeben wurde.

2) *Organische Reste, Thon und Sand.* Glüht man den in Wasser, Salzsäure und Kalilauge unlöslichen Theil des Guano in einem bedeckten Schmelztiegel, so wird er einen schwarzen kohligen Rückstand hinterlassen, sobald er noch organische Reste enthielt. Was nach längerem Glühen an der Luft zurückbleibt, besteht alsdann aus *Thon oder Sand*, oder einem Gemenge von beiden.

Prüfung der Eisenocher, der Raseneisensteine, Brauneisensteine auf Arsen.

Als Beispiel diene die Analyse des Eisenochers aus der Driburger Stahlquelle.

14,08 Gramm des Ochers wurden in reiner arsenfreier Salzsäure gelöst; in die filtrirte gelbe Lösung wurde so lange reines schwefligsaures Gas (aus reiner concentrirter Schwefelsäure durch Erhitzung mit Holzkohlenpulver entwickelt) geleitet, bis eine Probe der Flüssigkeit auf Zusatz von Kaliumeisencyanür einen fast weissen Niederschlag hervorbrachte (bis alles Eisenoxyd in Eisenoxydul verwandelt worden war; wo $Fe^2O^3 + SO^2 = 2FeO + SO^3$); durch längeres Kochen wurde die Flüssigkeit von der überschüssigen schwefligen Säure befreit und nun in dieselbe reines Schwefelwasserstoffgas (aus Schwefeleisen durch reine verdünnte Schwefelsäure entwickelt), bis zur Sättigung geleitet. Nach mehrstündigem Stehen hatte sich ein graugelber Niederschlag gebildet, welcher auf einem gewogenen Filter gesammelt, nach dem Auswaschen und Trocknen 0,011 Gramm betrug. Er wurde mit etwas chlorsaurem Kali und *Salzsäure* gekocht, wobei er sich auflöste; die zur Trockne verdampfte Lösung gab einen Rückstand, welcher mit reiner verdünnter Schwefelsäure und reinem Zink vermischt, *Arsenwasserstoffgas* lieferte. Denn als das aus einer engen Glasröhre ausströmende Gas angezündet und der Flamme eine kalte Porzellantasse genähert wurde, bildeten sich auf der Tasse metallisch glänzende Flecken, welche auf Zusatz von *unterchlorigsaurem Natron* augenblicklich wieder verschwanden, mithin aus *Arsen* bestanden. Nimmt man die erhaltenen 0,011 Grm. graugelben Niederschlag für Dreifach-Schwefelarsen $= AsS^3$, so berechnen sich daraus 0,008837 Gramm arsenige Säure $= AsO^3$ in 14,08 Gramm des Eisenochers oder 0,0628 Procent arsenige Säure.

Die Reagentien, welche zu dieser Art von Untersuchungen benutzt werden sollen, müssen sorgfältig gereinigt und auf ihre Reinheit geprüft worden sein. Die mit ihrer 10fachen Menge Wasser verdünnte englische Schwefelsäure wird mit Schwefel-

wasserstoffgas gesättigt; entsteht nach mehrtägiger Ruhe in verstopften Glasflaschen ein gelber Niederschlag (Schwefelarsen), so wird die Schwefelsäure filtrirt. Die klare, stark nach Schwefelwasserstoffgas riechende Flüssigkeit, wird bis zum völligen Verschwinden des Geruchs gekocht und nun entweder in dieser Verdünnung angewendet, um mit Zink reines Wasserstoffgas zu entwickeln; oder sie wird eingekocht bis sie anfängt saure Dämpfe zu geben. Dann dient sie zur Darstellung der schwefligen Säure.

Das Schwefelwasserstoffgas entwickelt man mittelst reinen Schwefeleisen und gereinigter Schwefelsäure; vor der Anwendung leitet man etwas des Gases in die ebenfalls zur Analyse dienende Salzsäure. Die letztere darf sich damit auch nach längerem Stehen durchaus nicht *gelb* trüben; sonst hält sie Arsen. (Sehr viele Salzsäure des Handels hält Arsen.) Ehe man die auf Arsen zu prüfende Substanz in den *Marsh*'schen Apparat (in das Zink und verdünnte Schwefelsäure haltende Kochfläschchen) bringt, muss man das entwickelte Wasserstoffgas erst auf seine Reinheit prüfen, indem man es anzündet und der Flamme eine kalte Porzellanschale nähert. Es darf sich dabei nichts Metallisches auf der Tasse absetzen. Aber auch die sorgfältigst mit Schwefelwasserstoff gereinigte Schwefelsäure giebt im *Marsh*'schen Apparate zu Anfang ein Wasserstoffgas, welches Spuren eines metallischen Anflugs absetzt. Es ist deshalb Regel, die ersten Portionen des entwickelten Wasserstoffgases entweichen zu lassen, um alle atmosphärische Luft und Spuren von Arsen, welche bei der Schwefelsäure zurückgeblieben sein können, aus dem Apparate zu entfernen.

Die atmosphärische Luft muss vor dem Anzünden des Wasserstoffgases deshalb völlig ausgetrieben sein, weil sie mit Wasserstoffgas ein heftig explodirendes Gasgemenge (Knallgas) bildet.

Prüfung der Eisenocher und Raseneisensteine auf Phosphorsäure.

Nach Fresenius behandelt man die salzsaure Lösung des Minerals mit schwefliger Säure bis alles Eisenoxyd in Eisenoxydul umgewandelt ist ($Fe^2O^3 + SO^2 = 2FeO + SO^3$), ent-

fernt die überschüssige, schweflige Säure durch Kochen, stumpft die überschüssige Salzsäure so viel als möglich mit kohlensaurem Natron ab, fügt überschüssiges, essigsaures Natron, dann tropfenweise Eisenchlorid hinzu und erhält eine Trübung (Fe^2O^3, PO^5), wenn Phosphorsäure zugegen war. Die Umwandlung des Eisenoxyds in Eisenoxydul ist deshalb nöthig, weil *phosphorsaures Eisenoxyd* im essigsauren Eisenoxyd löslich, aber im essigsauren Eisenoxydul unlöslich ist.

Dritter Theil.

Quantitative Analyse unorganischer Verbindungen.

Dritter Theil.

Quantitative Analyse unorganischer Verbindungen.

Erster Abschnitt.

Allgemeine Regeln für die quantitative Analyse unorganischer Substanzen.

Der Zweck jeder quantitativen chemischen Analyse ist Ermittelung der Gewichtsmengen, in welchen die *Theile* einer chemischen Verbindung oder eines Gemenges unter einander vereinigt, oder mit einander gemischt sind. Das zu untersuchende Gemisch oder Gemenge ist das wägbare *Ganze*, dessen einzelne *wägbare Theile* bestimmt werden sollen; es gilt aber in der chemischen Analyse, wie anderwärts, der Grundsatz: *das Ganze ist seinen Theilen zusammengenommen gleich.* Bei jeder gut ausgeführten quantitativen Analyse muss die Summe der abgeschiedenen Theile gleich oder doch nahezu gleich dem Ganzen sein. Setzt man das Ganze = 100, so ist es in vielen Fällen bei der sorgfältigsten Beachtung der chemischen Scheidungsmethoden nicht möglich, als Summe der Theile wieder 100 zu bekommen; es schwankt das Resultat zwischen 99 und 101. Der Grund dieser Schwankungen liegt in zwei einander entgegengesetzten und unter Umständen sich aufhebenden Fehlerquellen:

a) in dem Verlust wägbarer Theilchen; *b)* in den Verunreinigungen der abgeschiedenen Theile durch die angewandten wägbaren Trennungsmittel.

a) Verluste können entstehen:

1) *Beim Abwägen*, durch Anwendung von *rauhem Papier* als Unterlage pulveriger Substanzen; eine kleine Menge bleibt auf demselben hängen und geht für das Resultat verloren. Man wende deshalb *geglättetes*, sogenanntes *Glanzpapier* als Unterlage beim Wägen an. Selten oder nie lege man die zu wägende Masse ohne Unterlage auf die Wage.

2) *Beim Auflösen* fester Substanzen in Säuren werden durch die entweichenden Gase (Kohlensäure, Stickoxydgas, Wasserstoffgas u. s. w.) feine Tröpfchen der Auflösung mit hinweggeführt. Zur Vermeidung dieses Verlustes giesse man auf die im Kochfläschchen befindliche Substanz nur wenig Säure auf einmal, warte das Aufbrausen ab, und stelle sogleich nach dem Aufgiessen der Säure das Kochfläschchen schief, damit die hinweggerissenen Tröpfchen an die Wölbung des Fläschchens schlagen und zurückfliessen können, während das Gas allein durch die zur Seite befindliche Oeffnung entweicht.

3) Beim *Vermischen von Flüssigkeiten* mit anderen, z. B. beim Zusatz von Säuren zu Auflösungen kohlens. Salze, oder von kohlensauren Salzen zu sauren Auflösungen, entsteht heftiges Aufbrausen und in Folge desselben ein Verspritzen von Theilchen der Auflösung. Es ist deshalb Regel, solche Fällungen und Neutralisationen in geräumigen, kaum zur Hälfte gefüllten Cylindern vorzunehmen.

4) *Beim Ausgiessen von Flüssigkeiten.* Die Fällungen werden meistens in hohen, nicht zu engen, mit breitem Fuss versehenen Glascylindern vorgenommen. Sind dieselben bis nahe zum Rande mit Flüssigkeit erfüllt, so lässt sich das Ausgiessen der letzteren selten ohne Verlust bewerkstelligen; man fülle deshalb die Cylinder höchstens bis 1 Zoll vom Rande mit Flüssigkeit. Beim Ausgiessen lege man einen senkrecht gehaltenen Glasstab an den Rand des Cylinders und lasse die Flüssigkeit an demselben herunter in das zur Aufnahme bestimmte Gefäss (oder aufs Filter) fliessen. Die *Adhäsion* des Glasstabes zur Flüssigkeit hebt alsdann die Adhäsionswirkung der Aussenwand des Cylinders auf und verhindert ein Herunterfliessen der Flüssigkeit am Cylinder.

5) Durch das *Festhaften der Niederschläge* an den Wänden der Fällungscylinder; um solche Niederschläge von den Wänden zu entfernen, bedient man sich des Bartes einer Feder.

6) Durch *Anwendung ungetrockneter Filter.* Jede poröse Substanz saugt Feuchtigkeit aus der atmosphärisch. Luft an und vermehrt ihr Gewicht; beim Erwärmen entweicht dieselbe wieder, das Gewicht derselben vermindert sich. Das Filtrirpapier ist eine poröse Substanz und verhält sich gegen feuchte Luft als starker Feuchtigkeitssauger. Sammelt man einen Niederschlag auf einem ungetrockneten (wasserhaltigen, wenn gleich scheinbar trocknen) gewogenen Filter, trocknet sodann Filter und Niederschlag, wägt und zieht das Gewicht des *ungetrockneten* Filters ab, so muss nothwendig eine geringere Menge Niederschlag gefunden werden, als in der That gesammelt wurde.

Das lufttrockne wasserhaltige Filter wäge 0,50 Grm.; für sich allein getrocknet verliere es 0,01 Gramm; der getrocknete Niederschlag wäge 0,02 Gramm; folglich trocknes Filter und trockner Niederschlag zusammen 0,49 + 0,02 = 0,51 Gramm. Zieht man davon das *ungetrocknete* Filter ab, so findet man 0,51 — 0,50 = 0,01 Gramm Niederschlag, d. h. nur halb so viel als wirklich vorhanden ist.

Will man ungetrocknete Filter anwenden, so muss man für jeden Niederschlag zwei Filter von gleichem Papier und gleichem Gewicht verfertigen; auf dem einen sammelt man den Niederschlag, trocknet dann das leere Filter neben dem mit Niederschlag bedeckten, und benutzt das leere als Gegengewicht des gefüllten. Das Uebergewicht ist gleich der Menge des Niederschlags.

7) Durch zu *starkes Trocknen der Niederschläge.* Die Hitze beim Trocknen der auf den Filtern befindlichen Niederschläge darf nie so hoch steigen, dass das Filtrirpapier sich bräunt. Das saure weinsaure Kali (der Weinstein), das Platinchlorid-Chlorammonium, das Platinchlorid-Chlorkalium müssen besonders sorgfältig getrocknet werden, indem sie sich bei Glühhitze oder schon unterhalb derselben zersetzen.

8) Durch zu *starkes Glühen der Niederschläge. Oxalsaurer Kalk* zersetzt sich beim schwachen Rothglühen in kohlensauren Kalk, Kohlenoxyd und Wasser; aus dem kohlensauren Kalk berechnet man die Menge des Kalks. Durch zu heftiges Glühen verliert der aus oxalsaurem Kalk entstandene kohlensaure Kalk seine Kohlensäure theilweise oder ganz und giebt Aetzkalk. Bei der Rechnung wird der Glührückstand als kohlensaurer Kalk angesehen, was dann zu bedeutendem Verlust Veranlassung giebt. Es betrage z. B. der Glührückstand des oxalsauren Kalks 0,50 Gramm; als kohlens. Kalk betrachtet enthielte derselbe 0,28 Gramm reinen Kalk und 0,22 Gramm Kohlensäure. Hätte man aber heftig geglüht, so würde er aus reinem Kalk bestehen, aber für kohlensauren Kalk genommen werden. Statt der wirklich vorhandenen 0,50 Gramm Kalk kämen dann nur 0,28 Gramm desselben in Rechnung und es fände ein Verlust von 0,22 Grm. statt. — Manche Niederschläge schmelzen bei zu starker Hitze und lassen sich dann nicht mehr aus dem Tiegel entfernen, z. B. phosphorsaure Talkerde, Bleioxyd, Wismuthoxyd.

9) Durch *Anwendung überschüssigen Wassers, überschüssiger Säuren, Basen* und *Salze.* Die meisten Niederschläge, welche zur quantitativen Bestimmung der Säuren und Basen dienen, sind nicht völlig unauflöslich in Wasser, Säuren, Alkalien und Salzen. Es muss daher bei Auflösungen nur so viel Lösungsmittel angewandt werden, als eben hinreicht, um alles Lösliche in flüssige Form zu versetzen; bei Fällungen setze man nur so viel des Fällungsmittels hinzu, um eben alles Fällbare niederzuschlagen. Kleine Ueberschüsse der Lösungs- und Fällungsmittel sind nicht zu vermeiden, sie sind sogar nothwendig zur vollständigen Trennung; grosse Ueberschüsse sind unter allen Umständen schädlich. So wird z. B. der Kalk durch das empfindlichste Reagenz für denselben, durch oxalsaures Kali bei einem grossen Ueberschuss von Salzsäure oder Salpetersäure nicht gefällt. Aus stark verdünnten Talkerdelösungen wird erst nach längerem Stehen der mit phosphorsaurem Natron-Ammoniak vermischten Flüssigkeit, ein Niederschlag von phosphorsaurer Ammoniak-Talkerde erhalten.

Der grosse Ueberschuss von Wasser ist hier die Ursache der langsamen Abscheidung.

b) Ein *Ueberschuss* im Resultate der Analyse kann entstehen:

1) Durch *unvollkommenes Auswaschen der Niederschläge*. Viele Fällungsmittel und einige Lösungsmittel sind feuerbeständige Substanzen (z. B. Kali, kohlensaures Natron, das Kali im oxalsauren Kali, phosphorsaures, essigsaures Natron, Chlorbarium u. s. w.). Sobald sie ihre Wirkungen auf die zu analysirende Substanz ausgeübt haben, müssen sie aus dem Niederschlage durch Auswaschen wieder hinweggeschafft werden (z. B. Eisenoxyd wird in Salzsäure gelöst und aus dieser Lösung durch Kali gefällt; wollte man den Niederschlag von Eisenoxydhydrat ohne weiteres Auswaschen auf einem Filter sammeln, troknen und glühen, so würde durch das gallertartige Eisenoxydhydrat eine gewisse Menge der Lösung und mit dieser etwas salzsaures Kali (Chlorkalium) zurückgehalten werden. Da letzteres nicht flüchtig ist, so bliebe es auch bei dem geglühten Eisenoxyd zurück und vermehrte sein Gewicht). *Man wasche deshalb die Niederschläge so lange mit reinem Wasser aus, bis eine Probe der durchlaufenden Flüssigkeit durch Reagentien nicht mehr getrübt wird, welche sehr empfindlich gegen die im Filtrat gelösten Stoffe sind.* (Niederschläge aus sauren Flüssigkeiten wasche man so lange aus, bis das Filtrat Lacmus nicht mehr röthet; Niederschläge aus alkalischen Flüssigkeiten so lange, bis das Filtrat gelbes Curcumapapier nicht mehr bräunt; den oxalsauren Kalk so lange, bis das Filtrat durch Chlorcalcium nicht mehr getrübt wird.) Zu solchen Prüfungen dürfen jedoch nur sehr kleine Mengen angewandt werden; oder die Prüfung muss mit solchen Reagentien geschehen, welche auf den Gang der Analyse nicht störend einwirken.

2) Durch *unvollständiges Austrocknen der Niederschläge;* die letzteren halten dann noch Wasser zurück, welches die Menge des Niederschlags vergrössert. Es ist nöthig, das Filter mit dem darauf sitzenden Niederschlage zweimal zu wägen, und zwischen der ersten und zweiten Wägung Filter sammt Niederschlag abermals einige Zeit in der Wärme stehen zu lassen. Bleibt sich das Gewicht bei beiden

Wägungen gleich, so kann man von der Trockenheit des Niederschlages überzeugt sein.

3) *Durch versäumtes Glühen der Niederschläge.* Viele Niederschläge verlieren auch beim schärfsten Trocknen, in Temperaturen, bei welchen das Filtrirpapier sich zu bräunen beginnt, nicht alles Wasser. Dahin gehören unter andern: das Eisenoxydhydrat, das Thonerdehydrat, der Thon (gewässerte kiesels. Thonerde), der oxalsaure Kalk, die gewässerte phosphorsaure Ammoniak-Talkerde, der phosphorsaure Baryt. Diese Niederschläge müssen deshalb in der Platinschale oder im hessischen Tiegel zum schwachen Rothglühen erhitzt und einige Zeit ($\frac{1}{4}$ St. lang) darin erhalten werden.

(Z. B. das *Eisenoxydhydrat*, welches man durch Fällung eines salzsauren Auszugs der Ackererde mit Ammoniak, Kochen des Niederschlags mit Kalilauge, Auswaschen und Trocknen erhält, besteht aus 81,5 Proc. Eisenoxyd und 18,5 Procent Wasser. Das Thonerdehydrat, durch Fällung der alkalischen Lösung mit Salmiak, Auswaschen und Trocknen des Niederschlags erhalten, besteht aus 66 Proc. Thonerde und 34 Proc. Wasser).

Zum Glühen der Niederschläge verwendet man nur denjenigen Theil, welcher sich durch sanftes Reiben vom Filter entfernen lässt und berechnet mittelst einer Proportion die Menge von Glührückstand, welche bei Anwendung des ganzen Niederschlags erhalten worden wäre. Z. B. das getrocknete Filter wiege 0,50 Gramm; der getrocknete Niederschlag sammt Filter wiege 1,39 Gramm; davon das Gewicht des Filters abgezogen giebt $1,39 - 0,50 = 0,89$ Gramm Niederschlag. Davon liessen sich nur 0,83 Gramm herunterreiben; diese gaben beim Glühen 0,50 Grm. Rückstand. Die ganze Menge des Niederschlags würde beim Glühen gegeben haben $0,83 : 0,50 = 0,89 : x$ und $x = \frac{0,50 \,.\, 0,89}{0,83} = 0.5361$ Grm. Rückstand. Bei dieser Reduction berechnet man meistens nur drei, höchstens vier Decimalstellen.

In vielen Lehrbüchern der analytischen Chemie wird empfohlen, den Niederschlag vom Filter zu nehmen, das letztere zwischen einer Zange über der Porzellantasse zu verbrennen, die Asche zu dem heruntergenommenen Niederschlage zu mi-

schen, das Ganze zu glühen und von dem Rückstande das Gewicht der Filterasche abzuziehen (die Menge der Filterasche bestimmt man durch Verbrennung eines zweiten gleich schweren Filters). Auf diese Weise werden aber alle ausgeschiedenen Substanzen mit Filterasche verunreinigt, was bei der weiteren qualitativen Untersuchung derselben unangenehm ist. Nur bei kleinen Quantitäten der Niederschläge, welche nicht vom Filter genommen werden können, bleibt nichts übrig, als Verbrennung des Filters.

Wahl der Geräthschaften bei chemischen Analysen.

Zur Auflösung *kleiner* Mengen fester Körper in *Wasser oder Säuren* verwendet man am besten Kochfläschchen von Glas mit gleichmässig dünnen Wandungen. Gläser mit dickem Boden springen beim Erhitzen über der Spirituslampe. Ist Erhitzung nöthig, so geschieht diese über der Spiritusflamme unter fortwährender drehenden Bewegung und sorgfältiger Entfernung der zu Anfang des Erwärmens auf der Oberfläche des Fläschchens sich niederschlagenden Feuchtigkeit. Niemals schliesse man die Oeffnung des Kochfläschchens beim Schütteln der Lösung mit dem Finger, weil beim darauf folgenden Oeffnen die entwickelten Gase mit Heftigkeit herausfahren und Theilchen der Flüssigkeit mit sich hinwegnehmen. *Alkalische* Lösungen erwärme man nicht in Glas-, sondern in Porzellangefässen. Reine Kalilauge oder Natronlauge darf nie in Porzellan- und Glasgefässen zur Trockne verdampft werden, weil jene Flüssigkeiten Kieselerde aus denselben ausziehen.

Porzellanschalen dienen nie zur Erhitzung trockner Substanzen, sondern nur zum Erhitzen von Flüssigkeiten. Sollen Flüssigkeiten darin zur Trockne verdampft werden, so muss gegen das Ende des Verdampfens, wo der Inhalt fest zu werden beginnt, die Hitze sehr gemässigt und durch Umrühren des Inhalts gleichmässig auf die ganze Schale vertheilt werden. Setzt sich der schmelzende Inhalt an den Boden der Schale fest, so muss die Masse mittelst eines Porzellanspatels wieder losgelöst werden, weil sonst wegen ungleichmässiger Wärmeleitung die Schale springt. Besondere Vorsicht ist nöthig, wenn Porzellanschalen über der Spirituslampe erhitzt werden sollen. Dickwandige Schalen dürfen hierzu durchaus nicht verwendet

werden, *dünnwandige* nur mit grosser Vorsicht. Zu Anfang der Erhitzung entfernt man die auf der Aussenseite der Schale sich niederschlagende Feuchtigkeit; ist die Flüssigkeit im Sieden, so unterhält man dasselbe durch eine mässig grosse Flamme. Beginnt der Inhalt trocken zu werden, so *verkleinert* man die Flamme und sucht durch fortwährendes Drehen der Schale soviel als möglich eine gleichmässige Erhitzung zu bewirken.

Zum Glühen dienen entweder hessische Schmelztiegel oder wenn dieselben angegriffen werden, die Platinschale oder der Platintiegel.

Alle Körper, welche auf der Kohle, mit oder ohne Soda geglüht, zu leicht schmelzbaren oder leicht flüchtigen Metallen reducirt werden, desgleichen alle leicht schmelzbaren Metalle dürfen nie im Platintiegel geglüht werden. (Siehe Prüfung auf trocknem Wege; S. 194.)

Ohne Nachtheil können folgende Niederschläge in der Platinschale oder dem Platintiegel geglüht werden: Platinchlorid-Chlorkalium, Platinchlorid Chlorammonium, Chlorkalium, Kochsalz, schwefelsaures, kohlensaures Kali und Natron, oxalsaurer und kohlensaurer Kalk, Aetzkalk, Gyps, Bittersalz, phosphors. Ammoniak-Talkerde (letztere darf jedoch nur schwach roth geglüht werden, weil sie leicht schmilzt), kohlensaure Talkerde, Eisenoxydhydrat, phosphorsaures Eisenoxyd, kohlensaures Eisenoxydul, Manganoxyde, Thonerde, Kieselerde, phosphorsaure Thonerde, Thon, schwefels., phosphors., kohlens. Baryt, Chlorbaryum, Ammoniaksalze, schwefels. Strontian und viele andere Erd-, Erdalkali- und Alkalisalze mit Mineralsäuren. Unter den Säuren können Schwefelsäure, Salpetersäure allein, Salzsäure allein (nur nicht Königswasser), reine Phosphorsäure darin erhitzt werden. Beim Glühen der Phosphorsäure im Platintiegel muss die Gegenwart von Kohle vermieden werden.

Ausser den Metallen dürfen auch nicht in Platin erhitzt werden: Kalihydrat, Natronhydrat, Chlorsilber und viele andere Erzmetallverbindungen.

Zum Zerreiben von Kalksteinen, Mergeln, Gypsen, Erden dienen *dickwandige* Porzellanreibschalen; zum Zerreiben härterer Gesteine, z. B. des Feldspaths, Serpentins dient die Achatreibschale. Metallmörser sind selten zum Zerreiben anwendbar.

Zweiter Abschnitt.

Gang der quantitativen Analyse einiger für den Landwirth wichtigen Gemenge.

Analyse des Quell- und Flusswassers.

I. *Trennung des aufgeschlämmten Thons.*

Sie geschieht durch ruhiges Stehenlassen des gewogenen Wassers in verschlossener Glasflasche oder im verdeckten Glascylinder, während mehrerer Tage, behutsames Abgiessen des klaren Wassers und Sammeln des Thons auf einem gewogenen vorher mit Wasser benetzten Filter. Der getrocknete Thon wird nach dem Wägen qualitativ untersucht.

II. *Bestimmung der in freier Kohlensäure gelösten Verbindungen: nämlich des kohlensauren Kalks, der kohlensauren Talkerde, des kohlensauren Eisenoxyduls u. a.*

1500—3000 Gramm (50—100 Unzen; 4—8 Pfd.) klares Wasser werden in einer geräumigen Porzellanschale oder in einem blank gescheuerten kupfernen Kessel so lange gekocht, bis ohngefähr $\frac{1}{6}$ des Wassers verdampft ist. Die trübe gewordene Flüssigkeit wird auf ein gewogenes Filter gegeben, der am Rande des Kochgefässes sitzende Niederschlag mit dem Barte einer Feder herunter gerieben, aufs Filter gespült und seine Menge aus der Gewichtszunahme des scharf getrockneten Filters bestimmt. Er besteht meistens aus einfach kohlensaurem Kalk (CaO, CO^2), einfach kohlensaurer Talkerde (MgO, CO^2); Spuren von Kieselerde (SiO), fein suspendirtem Thon (Al^2O^3, $4\ SiO + 2\ HO$) und Eisenoxyd (Fe^2O^3).

Er wird qualitativ auf diese Bestandtheile untersucht, wie oben bei der qualitativen Analyse des Quell- und Flusswassers

angegeben wurde. Meistens herrscht der kohlensaure Kalk darin vor.

III. *Bestimmung der im Wasser schwerlöslichen, im wässrigen Weingeist unlöslichen Verbindungen: nämlich des Gypses, der Kieselerde u. m. a.; und der im Wasser leicht löslichen Verbindungen, z. B. des Kochsalzes u. s. w.*

Die von den kohlensauren Salzen abfiltrirte Flüssigkeit wird anfangs in dem kupfernen Kessel oder der grösseren Porzellanschale, später in einer kleineren, zuletzt in einer ganz kleinen genau gewogenen Porzellanschale im Wasserbade bis zur Trockne verdampft und der Rückstand gewogen. Darauf wird derselbe mit wenig Wasser in eine Platinschale gespült, darin nach dem Verdampfen des Wassers heftig geglüht, der Glührückstand abermals gewogen. Der Glühverlust kann bestehen aus *chemisch gebundenem Wasser*, *organischer Substanz*, *Ammoniak und Salpetersäure.*

Der Glührückstand wird mit wenig Wasser (etwa 5 bis 10 Grm.) erwärmt, und nach der Entfernung vom Feuer mit einem gleichen Volum Weingeist vermischt. Der unlöslich bleibende Theil (hauptsächlich Gyps nebst kleinen Mengen von Kieselerde und Talkerde) wird auf einem gewogenem Filter gesammelt, mit Weingeist gewaschen, scharf getrocknet und gewogen. Durch Abzug dieses Gewichts von dem des ganzen Glührückstands erfährt man die Menge der im Wasser *leicht löslichen Salze* (des Chlornatriums, Chlorkaliums, Chlorcalciums, Chlormagniums, Bittersalzes; die beiden letzteren haben meistens durch das Glühen eine Zersetzung erlitten und finden sich als reine Talkerde dem Gypse beigemengt.

Beide Gemenge (das der leichtlöslichen und das der schwerlöslichen Salze) werden qualitativ auf ihre Bestandtheile untersucht.

Bemerkung. Solche Wässer, welche viel salzs. Talkerde enthalten, z. B. das Meerwasser, verlieren beim Abdampfen zur Trockne einen Theil der Salzsäure, welche mit den Wasserdämpfen gegen das Ende des Verdampfens entweicht. Um diesen Verlust zu vermeiden, fügt man dem Wasser $\frac{1}{10}$ Proc. geglühtes reines kohlens. Natron hinzu und zieht später das Gewicht desselben vom Gesammtrückstande ab, um die Menge der festen Bestandtheile zu erfahren.

Analyse des unreinen Kochsalzes.

I. *Wasserbestimmung.* 30 Gramm der Substanz werden bei einigen Graden über 100° C., in einer Porzellantasse so lange erwärmt, bis sie nichts mehr am Gewicht verlieren. Der Verlust besteht aus Wasser (zuweilen entweicht auch etwas Salzsäure).

II. *Bestimmung der im Wasser löslichen und unlöslichen Theile.* 25 Gramm der trocknen Substanz, oder 30 Grm. der ungetrockneten Masse von bekanntem Wassergehalte werden mit 200 Gramm Wasser einige Zeit erwärmt, das Ungelöste wird auf einem gewogenen Filter gesammelt, ausgewaschen und sein Gewicht nach dem Trocknen bestimmt.

III. *Analyse der wässrigen Lösung.* Das Filtrat wird mit den Abwaschflüssigkeiten vermischt und das Gesammtgewicht der Lösung bestimmt; es ist zweckmässig, nur soviel Waschwasser anzuwenden, dass das Gesammtgewicht der Lösung nicht viel über 300 Gramm beträgt (also ohngefähr 70 bis 100 Gramm Waschwasser). Man giesst von der Flüssigkeit etwa 100 Gramm in einen Glascylinder zur Bestimmung des Kalks und der Talkerde; 100 Gramm in einen zweiten Cylinder zur Bestimmung der Schwefelsäure; 100 Gramm in eine Porzellanschale zur Bestimmung des Kalis und 3 Gramm in einen Glascylinder zur Bestimmung des Chlors.

a) *Kalkbestimmung.* Man vermischt die Lösung mit einigen Tropfen Salzsäure bis zur schwachen Röthung des Lacmuspapiers, fügt sodann oxalsaures Kali hinzu, rührt gut um, lässt $\frac{1}{4}$ Stunde ruhig stehen und prüft hernach durch Zutröpfeln von oxals. Kali, ob die überstehende klare Flüssigkeit noch getrübt wird. Ist dies nicht mehr der Fall, so sammelt man den abgeschiedenen oxals. Kalk auf einem gewogenen Filter, wäscht, trocknet scharf und wägt ihn. Ist seine Menge gering (weniger als 2 Centigrm.), so berechnet man daraus den reinen Kalk durch Multiplication der Gewichtsmenge von oxals. Kalk mit 0,383.

Ist seine Menge grösser als 2 Centigramme, so bringt man ihn so viel als möglich vom Filter, bestimmt das

Gewicht der heruntergenommenen Menge und glüht sie in der Platinschale über der Spirituslampe eine Viertelstunde lang. Es ist gut, durch Blasen mit dem Löthrohre den Boden der Platinschale ins Glühen und durch Umrühren mit dem Platindraht alle Theilchen des Kalksniederschlags mit der glühenden Schale in Berührung zu bringen. Ein allzu heftiges Glühen ist zu vermeiden, weil sonst der gebildete kohlens. Kalk einen Theil seiner Kohlensäure verlieren würde.

Durch Multiplication des Glührückstandes (kohlensauren Kalks) mit der Reductionszahl 0,56 erfährt man die Menge des darin enthaltenen reinen Kalks.

b) *Bestimmung der Talkerde in der vom Kalk befreiten Flüssigkeit.* Man vermischt die Lösung mit Ammoniak bis zur alkalischen Reaktion, darauf mit phosphorsaurem Natron, rührt gut um, lässt 12 Stunden lang stehen und bringt den Niederschlag auf ein gewogenes Filter; dabei darf man nicht übersehen, den an den Wänden befindlichen Niederschlag mit dem Barte einer Feder abzukehren. Der Niederschlag wird auf dem Filter mit ammoniakhaltigem Wasser gewaschen, gut getrocknet und gewogen. Ist seine Menge geringer als 2 Centigramme, so verbrennt man das Filter über einer Porzellantasse zwischen der Zange, bestimmt die Gewichtsmengen der erhaltenen Asche, und multiplicirt dieselbe mit der Reductionszahl 0,38. Das Produkt ist die Menge der Talkerde. Beträgt die Menge des trocknen Niederschlags mehr als 2 Centigramme, so bringt man so viel als möglich davon herunter, wägt und glüht in der Platinschale. Das Gewicht des Glührückstandes multiplicirt man ebenfalls mit der Reductionszahl 0,38, um die Menge der darin vorhandenen Talkerde zu erfahren.

c) *Bestimmung der Schwefelsäure.* Man vermischt die Lösung mit etwas Salzsäure bis zur schwachen Röthung des Lacmuspapiers, und fällt die Schwefelsäure mittelst Chlorbaryum. Der Niederschlag wird nach einigen Stunden auf einem gewogenen Filter gesammelt, mit Wasser gut gewaschen und nach scharfem Trocknen gewogen. Er ist $= BaO, SO^3$; man erfährt die Gewichtsmenge der darin

vorhandenen Schwefelsäure durch Multiplication seines Gewichts mit der Reductionszahl 0,343.

d) *Bestimmung des Chlors.* Man vermischt die Lösung mit einigen Tropfen Salpetersäure bis zur schwachen Röthung des Lacmuspapiers, und fügt eine hinreichende Menge von Lösung des salpetersauren Silberoxyds hinzu. Den erhaltenen Niederschlag von Chlorsilber sammelt man auf einem gewogenen Filter, wäscht gut aus, trocknet ihn scharf und bestimmt sein Gewicht; die Menge des Chlors erfährt man durch Multiplication seines Gewichts mit der Reductionszahl 0,2472. — Das erhaltene Chlorsilber kann zur Darstellung des chemisch reinen Silbers benutzt werden.

Gewöhnlich ist nicht nöthig, die Menge des Chlors zu bestimmen, weil man durch Abzug der übrigen bestimmten Verbindungen von der ebenfalls bekannten Gesammtmenge der löslichen Salze die Menge des Kochsalzes berechnen kann.

e) *Bestimmung des Kalis.* Die wässrige Auflösung wird bis zur Erscheinung einer Salzhaut abgedampft, nach dem Erkalten mit Spiritus vermischt, das ausgeschiedene Salz abfiltrirt und mit Spiritus ausgewaschen. Die filtrirte Flüssigkeit wird bis zu einem kleinen Volum verdampft, dann mit Platinchlorid und etwas Spiritus vermischt einige Stunden ruhig stehen gelassen. Das ausgeschiedene Platinchlorid-Chlorkalium wird auf einem gewogenen Filter gesammelt, mit etwas Spiritus gewaschen, getrocknet und gewogen. Man erfährt daraus die Menge des Kalis durch Multiplication seines Gewichts mit der Reductionszahl 0,193.

IV. *Analyse des im Wasser ungelösten Theils.*

Derselbe wird mit Salpetersäure gekocht und das Ungelöste auf einem gewogenen Filter gesammelt. Es kann aus Quarzsand, Thon u. drgl. bestehen. Aus der mit Wasser verdünnten Auflösung wird durch Chlorbaryum die Schwefelsäure, wie schon angeführt, gefällt und aus dem erhaltenen schwefelsauren Baryt berechnet.

Aus dem Filtrat wird durch Zusatz von verdünnter Schwefelsäure der Baryt entfernt; aus der abermals filtrirten, mit Ammoniak beinahe neutralisirten Lösung der Kalk durch oxalsaures Kali gefällt, darauf in der vom oxalsauren Kali getrennten

Flüssigkeit die Talkerde durch phosphorsaures Natron und Ammoniak niedergeschlagen. Berechnung wie oben.

Die *Zusammenstellung der Resultate der Analyse* wird aus folgendem Beispiele erhellen:

a) 30 Gramme trocknes Mutterlaugensalz von unbekannter Herkunft wurden mit Wasser ausgelaugt und gaben 0,70 Gramm unlöslichen Rückstand.

$$30 : 0{,}70 = 100 : x; \quad x = \frac{0{,}70 \cdot 100}{30} = \frac{70}{30} = 2{,}333 \text{ Proc.}$$

b) Die mit den Waschwässern vereinigte wässrige Lösung betrug 337,45 Gramme.

c) 123 Gramme der wässrigen Lösung gaben mit oxalsaurem Kali gefällt, nach dem Glühen des oxalsauren Kalks 0,122 Grm. kohlensauren Kalk = 0,122 . 0,560 = 0,06832 Grm. Kalk in 123 Grm. Flüssigkeit;

folglich in 337,45 Grm. Lösung (entsprechend 30 Grm. Mutterlaugensalz) $\frac{0{,}06832 \cdot 337{,}45}{123} = 0{,}1874$ Grm. Kalk;

folglich in 100 Theilen Mutterlaugensalz

$$\frac{100 \cdot 0{,}1874}{30} = \frac{1{,}874}{3} = 0{,}6247 \text{ Proc. } \textit{Kalk.}$$

d) Die unter c vom Kalk getrennte wässrige Lösung gab, mit phosphorsaurem Natron-Ammoniak gefällt, 0,78 Grm. getrocknete phosphorsaure Ammoniak-Talkerde, und diese liess beim Glühen einen Rückstand von 0,384 Gramm phoshorsaurer Talkerde, = 0,384 . 0,38 = 0,14592 Gramm *Talkerde.*

337,45 Gramme Flüssigkeit enthielten also

$$\frac{0{,}14592 \cdot 337{,}45}{123} = 0{,}4003 \text{ Grm. Talkerde;}$$

$$= \frac{100 \cdot 0{,}4003}{30} = \frac{4{,}003}{3} = 1{,}3343 \text{ Proc. } \textit{Talkerde.}$$

e) 137,15 Grm. Flüssigkeit lieferten 0,055 Grm. Platinchlorid-Chlorkalium; = 0,193 . 0,055 = 0,010615 Grm. Kali; 337,45 Grm. Flüssigkeit enthielten also

$$\frac{0{,}010615 \cdot 337{,}45}{137{,}15} = 0{,}02612 \text{ Grm. Kali;}$$

folglich 100 Theile Muttersalz würden enthalten

$$\frac{100 \cdot 0{,}02612}{30} = \frac{0{,}2612}{3} = 0{,}087 \text{ Proc. } \textit{Kali.}$$

f) 75 Gramme wässrige Lösung lieferten nach dem Ansäuern mit Salzsäure beim Fällen mit Chlorbaryum 0,40 Grm. gut getrockneten schwefelsauren Baryt; darin waren vorhanden 0,343 . 0,4 = 0,1372 Gramm Schwefelsäure. 337,45 Grm. Flüssigkeit enthielten also

$$\frac{0{,}1372 \,.\, 337{,}45}{75} = 0{,}6173 \text{ Grm. Schwefelsäure.}$$

In 100 Theilen Mutterlaugensalz fanden sich also

$$\frac{100 \,.\, 0{,}6173}{30} = \frac{6{,}173}{3} = 2{,}0577 \text{ Proc. } \textit{Schwefelsäure.}$$

g) Es wurden gefunden

2,333 Proc. im Wasser unlösliche Salze; nach *a.*
0,625 „ Kalk; nach *c.*
1,334 „ Talkerde; nach *d.*
0,087 „ Kali; nach *e.*
2,058 „ Schwefelsäure; nach *f.*

Unter diesen sind Kalk und Kali an Schwefelsäure gebunden anzunehmen; die Talkerde ist als salzsaure Talkerde oder im trocknen Salze als Chlormagnium vorhanden; der Rest der Schwefelsäure ist mit Natron vereinigt und was an 100 fehlt ist für Kochsalz zu nehmen. Man hat sonach folgende Rechnung.

1) *Berechnung des Gypses aus dem gefundenen Kalk.*

$CaO : CaO, SO^3 = 0{,}625 : x$; oder
$28 : 68 = 0{,}625 : x$; folglich

$$x = \frac{68 \,.\, 0{,}625}{28} = 1{,}518 \text{ Proc. } CaO, SO^3 \text{, und darin sind}$$

$1{,}518 - 0{,}625 = 0{,}893$ Proc. Schwefelsäure.

2) *Berechnung des schwefelsauren Kalis aus dem gefundenen Kali.*

$KO : KO, SO^3 = 0{,}087 : x$; oder
$47 : 87 = 0{,}087 : x$; folglich

$$x = \frac{87 \,.\, 0{,}087}{47} = 0{,}161 \text{ Proc. } KO, SO^3 \text{; und darin sind}$$

$0{,}161 - 0{,}087 = 0{,}074$ Proc. Schwefelsäure.

3) *Berechnung des schwefelsauren Natrons.*

Die Gesammtmenge der Schwefelsäure beträgt 2,058 Proc.; davon sind 0,893 Proc. an Kalk und 0,074 Proc. an Kali gebunden; es bleiben mithin noch 2,058 — (0,893 + 0,074) = 1,091 Proc. Schwefelsäure übrig, die an Natron gebunden waren.

$$SO^3 : NaO, SO^3 = 1,091 : x; \text{ oder}$$
$$40 : 71 = 1,091 : x; \text{ und}$$
$$x = \frac{71 \cdot 1,091}{40} = 1,9365 \text{ Proc. } NaO, SO^3.$$

4) *Berechnung des Chlormagniums aus der gefundenen Talkerde.*

$$MgO : MgCl = 1,334 : x; \text{ oder}$$
$$20 : 47,5 = 1,334 : x; \text{ folglich}$$
$$x = \frac{47,5 \cdot 1,334}{20} = 3,168 \text{ Proc. } MgCl.$$

h) Das analysirte Mutterlaugensalz bestand sonach in 100 Theilen aus:

2,333 Proc. im Wasser unlöslichen Salzen,
1,518 „ wasserfreiem schwefelsauren Kalk = CaO, SO^3,
0,161 „ schwefelsaurem Kali = KO, SO^3,
1,937 „ wasserfreiem schwefelsauren Natron = NaO, SO^3,
3,168 „ Chlormagnium = $MgCl$,
90,883 „ Chlornatrium = $NaCl$ (aus dem Verluste bestimmt),
100,000 Proc.

i) Bei Auflösung von 0,63 Grm. des unter *a)* erhaltenen, im Wasser nicht löslichen Salzes in Salzsäure, blieben 0,015 Grm. schwärzlicher Rückstand (organische Substanz).

Auf 2.333 Theile berechnet ergaben sich

$$\frac{0,015 \cdot 2,333}{0,63} = 0,056 \text{ Proc. } \textit{organische Substanz.}$$

Aus der salzsauren, mit Wasser verdünnten Lösung wurden durch Chlorbaryum 0,71 Grm. schwefelsaurer Baryt gefällt; darin sind 0,71 . 0,343 = 0,24353 Grm. Schwefelsäure.

Auf 2,333 Theile der im Wasser unlöslichen Salze berechnet, ergaben sich

$$\frac{0,24353 \cdot 2,333}{0,63} = 0,9018 \text{ Proc. } \textit{Schwefelsäure.}$$

Nach Entfernung des überschüssigen Baryts durch verdünnte Schwefelsäure wurde der Kalk durch Ammoniak und oxalsaures Kali gefällt. Der erhaltene oxalsaure Kalk gab nach dem Glühen 0,266 Grm. kohlensauren Kalk = 0,56 . 0,266 = 0,149 Grm. Kalk.

Auf 2,333 Theile unlösliche Salze berechnet ergeben sich $\frac{0,149 \,.\, 2,333}{0,63} = 0,552$ Proc. *Kalk.*

Aus der vom Kalk getrennten Flüssigkeit wurde durch phosphorsaures Natron-Ammoniak die Talkerde gefällt. Der geglühte Niederschlag betrug 0,377 Grm. (phosphorsaure Talkerde). Darin sind 0,38 . 0,377 = 0,1433 Grm. Talkerde. Auf 2,333 Proc. unlösliche Salze berechnet ergeben sich 0,5307 Proc. *Talkerde.*

k) Die 2,333 Proc. im Wasser unlöslichen Salze lieferten bei der Analyse

0,056	Proc.	organische Substanz,
0,902	„	Schwefelsäure,
0,552	„	Kalk,
0,531	„	Talkerde,
2,041	„	
0,292	Proc.	Verlust.
2,333.		

1) *Berechnung des gefundenen Kalks auf Gyps.*

$CaO : CaO, SO^3 = 0,552 : x$; oder

$28 : 68 = 0,552 : x$; und

$$x = \frac{68 \,.\, 0,552}{28} = 1,340 \text{ Proc. } CaO, SO^3,$$

und darin 0,788 Proc. Schwefelsäure.

2) *Berechnung der überschüssigen Schwefelsäure auf schwefelsaures Natron.*

0,902 — 0,788 = 0,114 Proc. Schwefelsäure sind mit Natron zu wasserfreiem Glaubersalz verbunden und dieses war mit Gyps zu einer im Wasser schwerlöslichen Masse (Pfannenstein) vereinigt im Mutterlaugensalze vorhanden.

$SO^3 : NaO, SO^3 = 0,114 : x$; oder

$40 : 71 = 0,114 : x$; und

$$x = \frac{0,114 \,.\, 71}{40} = 0,202 \text{ Proc. } NaO, SO^3.$$

l) Zusammenstellung.

100 Theile Mutterlaugensalz bestanden aus:

90,883	Proc.	Chlornatrium = $NaCl$	97,667 Proc. im Wasser löslichen Substanzen.
3,168	„	Chlormagnium = $MgCl$	
1,937	„	schwefelsaurem Natron = NaO, SO^3	
0,161	„	„ „ Kali = KO, SO^3	
1,518	„	„ „ Kalk = CaO, SO^3	
1,340	„	schwefelsaurem Kalk = CaO, SO^3	2,333 Proc. im Wasser unlöslichen Substanzen (einer Art Pfannenstein).
0,202	„	„ „ Natron = NaO, SO^3	
0,531	„	Talkerde = MgO	
0,056	„	organischer Substanz	
0,204	„	Verlust	
100,000.			

m) Prüfung des Mutterlaugensalzes auf Brom.

30 Gramme ungetrocknetes Salz wurden im warmen Wasser gelöst; die Flüssigkeit war farblos, wenn gleich etwas trübe. Sie wurde mit etwas frischbereitetem Chlorwasser vermengt und das Gemisch mit Aether geschüttelt. Dieser schied sich nach einigen Minuten aus der ruhig hingestellten Flüssigkeit mit goldgelber Farbe ab; ein Beweis, dass er aus der Mutterlauge Brom aufgenommen hatte.

Die Abscheidung des Broms durch Chlor wird durch die Formel $MgBr + Cl = MgCl + Br$ versinnlicht. Eine kleine Menge von *Brommagnium* ist deshalb noch unter die Bestandtheile des untersuchten Mutterlaugensalzes aufzunehmen.

Auf ähnliche Weise untersucht man die *Salzsoolen*, die *wässrigen Auszüge* des *Pfannensteins*, das *Meerwasser.*

Analyse der Kalksteine.

Als Beispiel mag die Analyse des Jena'er Schaumkalks dienen:

I. *Wasserbestimmung.*

0,830 Gramm lufttrockner zerriebener Schaumkalk hinterliess beim schwachen Glühen in einem Glasröhrchen über der Spirituslampe (ohne Anwendung des Löthrohrs) 0,827 Grm. schwach röthlichgefärbten Rückstand. Glühverlust = 0,003 Gramm Wasser.

$$\frac{0{,}003 . 100}{0{,}830} = \frac{0{,}3}{0{,}83} = 0{,}3614 \text{ Procent Wasser.}$$

II. *Bestimmung der in Salzsäure unlöslichen thonigen Theile.* 2,000 Gramme des feinzerriebenen lufttrocknen Schaumkalks wurden in einem *geräumigen* Kochfläschchen mit verdünnter Salzsäure übergossen und nachdem das heftige Aufbrausen nachgelassen, über der Spirituslampe zum Sieden erhitzt. Die entweichende Kohlensäure besass einen bituminösen Geruch. Die Flüssigkeit besass nach dem Erhitzen eine *stark saure* Reaktion und war schwach gefärbt.

Der unlöslich gebliebene Thon hatte eine graue Farbe und betrug nach dem Sammeln auf einem gewogenen Filter, nach gutem Auswaschen und Trocknen 0,023 Gramm = $\frac{0{,}023 . 100}{2} = \frac{2{,}3}{2} = 1{,}15$ Proc. scharf getrockneter grauer Thon.

III. *Bestimmung des Eisenoxyds und der Thonerde.* Die unter II., vom unlöslichen Thon abfiltrirte saure Flüssigkeit enthielt Eisenoxyd, Thonerde, Kalk und Talkerde an Salzsäure gebunden. Sie wurde *mit Wasser verdünnt*, darauf mit *Ammoniak* bis zur deutlichen alkalischen Reaktion vermischt, wobei sich ein gelblicher flockiger Niederschlag von Thonerde und Eisenoxyd abschied. Um die Fällung der vorhandenen Talkerde zu verhüten, wurde noch etwas *Salmiak*lösung zugefügt und nach einigem Stehen der Niederschlag auf einem gewogenen Filter gesammelt. Er betrug nach dem Auswaschen und scharfen Trocknen 0,009 Gramm. Da seine Menge so gering war, so wurde das Glühen desselben (was eigentlich hätte geschehen müssen, um das an Thonerde und Eisenoxyd chemisch gebundene Wasser zu verjagen), unterlassen. $\frac{0{,}009 . 100}{2} = \frac{0{,}9}{2} = 0{,}45$ Proc. Thonerde und Eisenoxyd nebst kleinen Mengen von Wasser.

IV. *Bestimmung des Kalks.* Die unter III. vom Eisenoxyd und der Thonerde getrennte ammoniakalische Flüssigkeit wurde mit soviel Salzsäure vermischt, dass sie das Lacmuspapier schwach röthete, darauf nach und nach mit oxalsaurem Kali vermischt, bis die zuletzt zugefügte Portion des Fällungsmittels in der über dem Niederschlage befindlichen klaren Flüssigkeit keine Fällung

mehr bewirkte. Nach einstündiger Ruhe wurde die klare Flüssigkeit soviel als möglich von dem am Boden befindlichen *oxalsauren Kalk* hinweg in einen geräumigen Cylinder gegossen; der Niederschlag selbst, auf einem gewogenen Filter gesammelt, betrug nach gutem Auswaschen und scharfem Trocknen 2,875 Gramme. Davon hinterliessen 2,725 Gramme nach schwachem Rothglühen 1,878 Gramm weissen *kohlens. Kalk*. — 2,875 Gramme oxalsaurer Kalk hätten sonach $\frac{1,878 . 2,875}{2,725} = 1,9814$ Gramm kohlensauren Kalk liefern müssen.

Darin wären $0,56 . 1,9814 = 1,1096$ Grm. reiner Kalk; und in 100 Theilen Schaumkalk $\frac{1,1096 . 100}{2} = \frac{110,96}{2}$ $= 55,48$ Proc. *reiner Kalk* $= \frac{55,48}{0,56} = 99,071$ Procent *kohlensaurer Kalk* gewesen.

V. Die unter IV. vom Kalk getrennte schwachsaure Flüssigkeit erfuhr durch oxalsaures Kali keine Trübung mehr; sie wurde mit Ammoniak bis zur deutlichen alkalischen Reaktion, sodann mit etwas phosphorsaurem Natron vermischt und nach gutem Umrühren 24 Stunden stehen gelassen. Der an den Wänden des Glascylinders sitzende Niederschlag wurde mit dem Barte einer Feder heruntergefegt und sammt dem am Boden liegenden auf ein gewogenes Filter gebracht, darauf mit ammoniakalischem Wasser ausgewaschen, getrocknet und gewogen. Die Menge des Niederschlags von gewässerter phosphorsaurer Ammoniak-Talkerde $= (H^3N, HO, 2\,MgO), PO^5 + x\,HO)$ betrug 0,025 Gramm. Davon gaben 0,008 Gramm nach dem Glühen 0,002 Gramm phosphorsaure Talkerde ($= 2\,MgO, PO^5$). 0,025 Gramm hätte sonach $\frac{0,002 . 0,025}{0,008} = 0,00625$ Grm. phosphors. Talkerde geliefert. Da 100 Theile der unter diesen Umständen erhaltenen phosphorsauren Talkerde nach *H. Wackenroders* Analysen 38 Theile Talkerde enthalten, so sind in 0,00625 Gramm der gefundenen phosphorsauren

Talkerde $\frac{38 \cdot 0{,}00635}{100} = 0{,}002375$ Gramm Talkerde. In 100 Theilen des Schaumkalks sind demnach $\frac{0{,}002375 \cdot 100}{2} = \frac{0{,}2375}{2} = 0{,}11875$ Proc. *reine Talkerde* = 0,2494 Proc. kohlensaure Talkerde.

(Denn $MgO : MgO, CO^2 = 0{,}11875 : x$ oder

$(12+8) : (12+8)+(6+2.8) = 0{,}11875 : x$ oder

$20 : 42 = 0{,}11875 : x$ oder

$10 : 21 = 0{,}11875 : x$ und

$x = \frac{0{,}11875 \cdot 21}{10} = \frac{2{,}49375}{10} = 0{,}249375$ Proc. kohlensaure Talkerde.)

VI. *Kohlensäurebestimmung.*

1,000 Gramm feinzerriebener lufttrockner Schaumkalk = 0,996 Gramm wasserfreie Substanz wurde in einem geräumigen Kochfläschchen mit mässig concentrirter Essigsäure übergossen und bei gelinder, nicht bis zur Siedehitze steigender Wärme stehen gelassen, bis alle Kohlensäureentwickelung vorüber war. Die Lösung sammt dem unlöslichen Thone wurde nun in ein trocknes, äusserlich sorgfältig abgeriebenes, gewogenes Porzellanschälchen gegossen, das Kochfläschchen mit etwas Wasser ausgespült, die Flüssigkeit zu der übrigen in die Porzellanschale gegeben und alles bei gelinder Wärme (auf der Eisenplatte eines geheitzten Stubenofens) zur Trockne verdunstet. Um Verluste zu vermeiden, welche während der Verdunstung durch das Heraufziehen des essigsauren Kalks an den Wänden der Schale statt finden konnten, wurde die Porzellanschale auf eine Porzellantasse gestellt. Der trockne Rückstand (essigs. Kalk) betrug 1,573 Gramm. Daraus ergaben sich 1,573 — 0,996 = 0,577 Gramm Gewichtszunahme. Da für jedes Grm. Gewichtszunahme 0,7586 Grm. Kohlensäure in Rechnung kommen, so enthielten 0,996 Grm. des angewandten trocknen Schaumkalks $\frac{0{,}577 \cdot 0{,}7586}{1} = 0{,}577 \cdot 0{,}7586 = 0{,}43772$ Gramm Kohlensäure = 43,772 Proc. Kohlensäure im lufttrocknen Gesteine.

Diese Bestimmungsmethode der Kohlensäure beruht darauf, dass ein Mischungsgewicht kohlens. Kalk (= CaO, CO^2 = 50 Gew.-Th. kohlens. Kalk) mit Essigsäure zersetzt, 1 Mischungsgewicht Kohlensäure (= CO^2 = 22 Gewichtstheile Kohlensäure) abgiebt, dafür 1 Mischungsgewicht Essigsäure (= $C^4H^3O^3$ = 51 Gewichts-The. Essigsäure) aufnimmt und 1 Mischungsgewicht essigsauren Kalk (= CaO,$C^4H^3O^3$ = 28 + 51 = 79 Gew.-The. essigs. Kalk) liefert.

Einer Zunahme von 79 — 50 = 29 Gew.-Theilen entspricht sonach ein Verlust von 22 G.-Thlen. Kohlensäure; einer Zunahme von 1 Grm. ein Verlust von $\frac{22.1}{29} = \frac{22}{29} =$ 0,7586 Gramm Kohlensäure.

Oder durch eine Formel ausgedrückt:

$(CaO,CO^2) + (C^4H^3O^3) - (CaO,C^4H^3O^3) = CO^2$; und in Zahlen ausgedrückt:

$(28 + 22) + 51 - (28 + 51) = 22$ oder

$50 + 51 - 79 = 22.$

VII. *Zusammenstellung.*

100 Theile des lufttrocknen Schaumkalks lieferten bei der Analyse

0,361	Proc. Wasser (Verlust beim schwachen Glühen); nach I.
1,150	Proc. grauen, in Salzsäure unlöslichen scharf getrockneten Thon; nach II.
0,450	Proc. Eisenoxyd und Thonerde, noch etwas chemisch gebundenes Wasser enthaltend; nach III.
55,480	Proc. reinen Kalk (= 99,071 Proc. kohlensauren Kalk); nach IV.
0,119	Proc. reine Talkerde (= 0,249 Proc. kohlensaure Talkerde); nach V.
43,772	Proc. Kohlensäuure; nach VI.
101,332	Proc.

Der Grund des Ueberschusses von 1,332 Procent ist darin zu suchen, dass 1) der ausgeschiedene Thon, das Eisenoxyd und die Thonerde noch etwas Wasser enthielten; dass 2) die Menge des bei der Analyse erhaltenen oxalsauren Kalks (2,875 Grm.)

eine verhältnissmässig grosse war, verglichen mit den Mengen der Talkerde, des Eisenoxyds, der Thonerde und des Thons. Beim Glühen grösserer Mengen des oxalsauren Kalks in der Platinschale über der Spirituslampe kann dann etwas oxalsaurer Kalk unzersetzt bleiben und das Gewicht des in Rechnung gezogenen kohlensauren Kalks vermehren. Man muss deshalb immer die Glühung grösserer Mengen (mehr als 1 Grm.) oxals. Kalks durch die Löthrohrflamme unterstützen und während des Glühens mit einem Platindrahte umrühren.

Abgekürzte Analyse der Kalksteine; nach Berthier.

Man kocht 5 Gramme des feinzerriebenen Kalksteins in einer geräumigen Porzellanschale mit einer hinreichenden Menge Salzsäure; verdampft die sauerreagirende Flüssigkeit bis zur Syrupsconsistenz; vermischt sie mit Kalkwasser bis zur alkalischen Reaktion; giesst das Gemisch in einen Glascylinder, welcher durch dasselbe beinahe erfüllt sein muss, verschliesst den Cylinder mit einer Glasplatte und lässt eine Stunde ruhig stehen. Die überstehende klare Flüssigkeit trennt man von dem Niederschlage durch behutsames Abgiessen und bringt auf dem Niederschlag reines Wasser; lässt den mit Flüssigkeit erfüllten Cylinder mit der Glasplatte bedeckt abermals eine Stunde ruhig stehen; trennt die klar überstehende Flüssigkeit vom Niederschlage durch Abgiessen, bringt diesen auf ein gewogenes Filter, wäscht ihn rasch mit Wasser aus, trocknet und glüht denselben. Er besteht aus den Verunreinigungen des Kalksteins und enthält den *unlöslichen Thon*, *die Thonerde*, *Talkerde und das Eisenoxyd.* Zieht man diese von dem Gewichte des angewandten scharf getrockneten Kalksteins ab, so giebt der *Rest* die Menge des *reinen kohlensauren Kalks* und *derjenigen Kohlensäure* an, welche mit Talkerde und Eisenoxydul vereinigt war. Ist die Menge beider Basen gering, so kann man ohne grossen Fehler den Rest als reinen kohlensauren Kalk in Rechnung bringen; ist sie bedeutender, so muss man die Kohlensäure aus dem Glühverluste bestimmen, wie bei der Analyse der Dolomite und dolomitschen Kalksteine angegeben werden soll.

Analyse der Dolomite und dolomitischen Kalksteine.

Die Bestimmung des Wassers, des unlöslichen Thons, des Eisenoxyds und der löslichen Thonerde, des Kalks und der Talkerde geschieht auf dieselbe Weise wie bei den Kalksteinen. Weil aber bei ihnen der Talkerdegehalt sehr bedeutend sein kann, so hat man ganz besonders zu beachten, dass bei der Fällung des gelösten Eisenoxyds und der gelösten Thonerde durch Ammoníak die Flüssigkeit gehörig verdünnt ist. Um die etwa gefällte Talkerde wieder zu lösen, füge man etwas Chlorammoniumflüssigkeit hinzu und trenne das gefällte Eisenoxyd und die Thonerde rasch durch Filtration. Bei der Fällung des Kalks durch oxalsaures Kali muss die Flüssigkeit schwach aber *deutlich sauer* sein; lässt man sie alkalisch, so kann etwas Talkerde mit dem oxalsauren Kalk niederfallen. Nur die Kohlensäurebestimmung in den Dolomiten ist etwas abweichend von der Bestimmung derselben in den Kalksteinen.

Da die Dolomite durch starke Rothglühhitze ihre Kohlensäure weit leichter verlieren als die Kalksteine, so kann man diese Säure am einfachsten aus den Glühverluste bestimmen. Enthält der Glührückstand noch etwas Kohlensäure, so kann man diese wie bei der Analyse der Kalksteine angeführt wurde, mit Essigsäure austreiben und aus dem erhaltenen essigsauren Kalk die ganze Menge der Kohlensäure berechnen.

Im ungeglühten Zustande geben die feinzerriebenen Dolomite auch bei längerem Kochen mit überschüssiger Essigsäure nur einen Theil ihrer Kohlensäure aus, ein grosser Theil von kohlensaurem Talkerde-Kalk bleibt ungelöst.

Beispiel der Kohlensäurebestimmung in den Dolomiten.

a) 1,130 Grm. lufttrockner dolomitischer Kalkstein (sogen. Leberstein) aus dem Rauhthale bei Jena verlor beim Erhitzen im Glasröhrchen über der Spirituslampe 0,018 Grm. = 1,5925 Proc. Wasser.

b) 2 Gramme lufttrockner feinzerriebener Leberstein gaben nach heftigem Glühen im hessischen Tiegel 1,115 Grm.

graugelben Rückstand; Glühverlust $= 2 - 1{,}115 =$ 0,885 Grm. Wasser und Kohlensäure

$$= \frac{0{,}885 . 100}{2} = \frac{88{,}5}{2} = 44{,}25 \text{ Procent Glühverlust.}$$

Davon 1,593 Procent Wasser abgezogen, bleiben 42,657 Procent Kohlensäure.

c) Der unter b) erhaltene Glührückstand von 1,115 Gramm (entsprechend 2 Grm. lufttrocknem, wasserhaltigen Gesteine $=$ 1,968 Gramm getrocknetem, wasserfreien Gesteine) wurde mit überschüssiger Essigsäure übergossen, worin er sich beim Erwärmen ohne Aufbrausen, mit Zurücklassung von braunem, eisenoxydhaltigen Thone löste. Beim Abdampfen zur Trockne hinterblieben 3,085 Grm. essigsaure Salze und unlöslicher Rückstand. Die Gewichtszunahme des trocknen Lebersteins betrug $3{,}085 - 1{,}968 = 1{,}117$ Grm. Diese entspricht $1{,}117 . 0{,}7586 = 0{,}8474$ Grm. Kohlensäure in 2 Grm. lufttrocknem Gesteine; oder $\frac{0{,}8474 . 100}{2} = \frac{84{,}74}{2} = 42{,}37$ Procent Kohlensäure im lufttrocknen Lebersteine.

d) Das Mittel beider Bestimmungen der Kohlensäure ist $\frac{42{,}657+42{,}370}{2} = \frac{85{,}027}{2} = 42{,}513$ Procent Kohlensäure.

Die Bestimmung der Kohlensäure in den Dolomiten, wie in den Kalksteinen stützt sich darauf, dass Kalk und Talkerde in diesen Gesteinen als einfach kohlensaure Salze (CaO, CO^2 und MgO, CO^2) vorhanden sind. An die Stelle eines Mischungsgewichts ausgetriebener Kohlensäure ($CO^2 = 22$) tritt 1 Mischungsgewicht Essigsäure ($C^4H^3O^3 = 51$). Eine Gewichtszunahme von $51 - 22 = 29$ findet statt, wenn 22 Gew.-Thle. Kohlensäure ausgetreten sind, folglich entspricht eine Gewichtszunahme von 1 Grm. einen Vorhandensein von $\frac{22 . 1}{29} = \frac{22}{29} =$ 0,7586 Grm. Kohlensäure.

Das Verhältniss des Kalks und der Talkerde ist ohne Einfluss auf diese Bestimmung der Kohlensäure.

Folgende Formel drückt den Vorgang bei der Einwirkung von Essigsäure auf kohlensaure Talkerde aus:

$(MgO,CO^2) + (C^4H^3O^3) - (MgO,C^4H^3O^3) = CO^2$; und in Zahlen ausgedrückt:

$$(20+22) + 51 - (20+51) = 22.$$
$$42 + 51 - 71 = 22.$$

Also eine Gewichtszunahme von $71 - 42 = 29$ entspricht einem Verluste von 22 Kohlensäure. (Siehe die Bestimmung der Kohlensäure in den Kalksteinen.)

Analyse der Ziegelthone.

Als Beispiel diene die Analyse eines ungebrannten Dachziegels aus der Ziegelei des Herrn *Böhme* in Jena.

Die Farbe der ungebrannten Ziegel war röthlichgrau; auf dem Bruche bemerkte man feine Sandkörnchen; die Grundmasse war ziemlich gleichförmig. Zur Untersuchung diente ein Stück, dessen Oberfläche von dem darauf sitzenden Sande, der nicht zur Ziegelmasse gehörte, durch Abschaben befreit worden war.

I. *Wasserbestimmung.*

2,000 Grm. lufttrocknes Pulver verloren beim schwachen Glühen im Glasröhrchen über der Spirituslampe 0,091 Grm.

$$\text{Wasser} = \frac{0{,}091 . 100}{2} = \frac{9{,}1}{2} = 4{,}55 \text{ Proc. } \textit{Wasser.}$$

II. *Bestimmung des in Säuren unlöslichen Sandes.*

10 Grm. lufttrocknes Pulver wurden mit hinreichender Salzsäure (mit soviel Säure, dass nach längerem Erhitzen des Gemisches die Flüssigkeit das Lacmus stark röthete) gekocht, das Unlösliche so lange mit Wasser angerührt und abgeschlämmt, bis der zurückbleibende *Sand* sich rasch aus der Flüssigkeit absetzte, und diese klar darüber stehen blieb. Der in der Schale getrocknete, dann geglühte Sand betrug 2,517 Grm. = 25,17 Proc. schwach röthlich gefärbter Quarzsand.

III. *Bestimmung des in Säuren unlöslichen Thons.*

3 Grm. lufttrocknes Pulver mit hinreichender Menge von Salzsäure ausgekocht, gaben einen unlöslichen Rückstand

von Thon und Sand, welcher auf einem gewogenen Filter gesammelt, nach dem Auswaschen, Trocknen und Glühen 2,015 Grm. betrug. 100 G.-Theile lufttrockne Dachziegel enthalten sonach $\frac{2,015 . 100}{3} = \frac{201,5}{3} = 67,167$ Procent Thon und Sand. Nach Abzug von 25,17 Proc. Sand bleiben 41,990 Proc. wasserfreier Thon.

IV. ***Bestimmung des Eisenoxyds, der Thonerde und der löslichen Kieselerde.***

Die filtrirte, mit Wasser verdünnte salzsaure Lösung von Nr. III. wurde mit Ammoniak alkalisch gemacht, der Niederschlag gesammelt, gut ausgewaschen, getrocknet und geglüht. Seine Menge betrug 0,200 Grm. $= \frac{0,2 . 100}{3} = \frac{20}{3}$ $= 6,667$ Proc. *Eisenoxyd, Thonerde und lösliche Kieselerde* (löslicher Thon).

V. ***Bestimmung des Kalks.***

Sie geschah in der vom Eisenoxyd, der Thonerde und Kieselerde unter IV. getrennten Flüssigkeit in derselben Weise, wie bei der Analyse der Kalksteine angeführt wurde. Es wurden 0,587 Grm. $= \frac{0,587 . 100}{3} = \frac{58,7}{3} = 19,567$ Proc. kohlensaurer Kalk erhalten.

VI. ***Bestimmung der Talkerde.***

Sie wurde in der unter V. vom oxalsauren Kalk getrennten Flüssigkeit ganz so bestimmt, wie bei der Analyse der Kalksteine angegeben. Es wurden erhalten 0,129 Grm. geglühte phosphorsaure Talkerde $= \frac{38 . 0,129}{100} = 0,049$ Gramm Talkerde; oder in 100 Theilen des Ziegels $\frac{0,049 . 100}{3} = \frac{4,9}{3} = 1,634$ Proc. Talkerde $= 3,431$ Proc. *kohlensaure Talkerde* (denn $MgO : MgO, CO^2 = 1,634 : x$ oder $20 : 42 = 1,634 : x$ und $x = \frac{1,634 . 42}{20} = 3,431$).

VII. Die *Bestimmung der Kohlensäure* wurde unterlassen, weil ihre Menge aus dem bestimmten Kalk und der Talkerde berechnet werden konnte.

VIII. *Zusammenstellung.*

100 Theile des analysirten lufttrockenen Ziegels enthielten:

4,550 Proc.	Wasser; nach I. . . .	Proc.
41,990 „	wasserfreien Thon, unlöslich in Salzsäure; nach III. .	= 53,207 Thon.
6,667 „	Eisenoxyd, Thonerde, Kieselerde, löslich in Salzsäure; nach IV.	
25,170 „	röthlich gefärbten Quarzsand; nach II.	= 25,170 Quarzsand.
19,567 „	kohlensauren Kalk; nach V.	= 22,998 erdigen dolomitisch. Kalk.
3,431 „	kohlensaure Talkerde; nach VI.	
101,375.		101,375.

Das Verhältniss von Thon, Quarzsand und kohlensaurem Kalk (mit Einschluss der kohlensauren Talkerde) ist nahezu wie 2 : 1 : 1.

Analyse des Gypses.

Als Beispiel diene die Analyse des grauen späthigen Gypses von Arnstadt.

a) Wasserbestimmung. 2,000 Gramme feinzerriebener Gyps verloren beim Glühen im Platintiegel 0,403 Grm. Wasser = 20,15 Proc. Wasser. Bei einer zweiten Bestimmung wurden 20,5 Proc. Wasser gefunden. Das Mittel beider Bestimmungen ist $\frac{20,5 + 20,15}{2} = 20,325$ Proc. Wasser. Der Glührückstand war grauweiss und entwickelte mit Salzsäure übergossen eine Spur *Schwefelwasserstoffgas.* Daraus ergiebt sich ein geringer Gehalt an *organischer Substanz*, deren Kohlenstoff beim Glühen eine Spur Gyps zu *Schwefelcalcium* reducirte; mit Salzsäure zerlegte sich letzteres in Chlorcalcium und Schwefelwasserstoff.

b) Schwefelsäurebestimmung. 2,000 Grm. feinzerriebener Gyps wurden mit 4 Grm. reinem kohlensauren Kali und 60 Grm. Wasser gekocht. Das Gemisch wurde auf ein Filter gegeben, das Ungelöste mit Wasser gewaschen und getrocknet. Die filtrirte alkalische Flüssigkeit wurde (in einem geräumigen Cylinder) mit Salzsäure angesäuert, darauf mit Chlorbaryumlösung gefällt; der Niederschlag be-

trug getrocknet 2,724 Grm.; diese liessen nach dem Glühen 2,647 Grm. reinen schwefelsauren Baryt. Darin sind 0,90774 Grm. Schwefelsäure; denn

$BaO,SO^3 : SO^3 = 2{,}647 : x$ oder $116{,}64 : 40 = 2{,}647 : x$ und

$$x = \frac{40 \,.\, 2{,}647}{116{,}64} = 0{,}90774.$$

In 100 Theilen des untersuchten Gypses waren

$$\frac{0{,}90774 \,.\, 100}{2} = \frac{90{,}774}{2} = 45.387 \text{ Proc. Schwefelsäure.}$$

c) Unlöslicher Thon, Eisenoxyd und Thonerde. Der unter *b.* erhaltene unlösliche Rückstand betrug nach dem Trocknen und Glühen 1,2308 Grm. Davon wurde 1,102 Grm. in Salzsäure gelöst; die Lösung gab zur Trockne verdampft beim Kochen mit verdünnter Salzsäure einen Rückstand von unlöslichem Thon, welcher nach dem Trocknen 0,010 Grm. wog. 1,2308 Gramm hätte 0,0112 Grm. = 0,56 Proc. *getrockneten grauen Thon* liefern müssen.

Aus der salzsauren Lösung wurde durch Zusatz von überschüssigem *Aetzammoniak* Thonerde- und Eisenoxydhydrat gefällt. Auf einem Filter gesammelt, ausgewaschen, getrocknet und geglüht wurde 0,012 Grm. braunes Gemenge von Eisenoxyd und Thonerde erhalten. In Salzsäure gelöst, mit essigsaurem Natron vermischt, blieb die Flüssigkeit klar (sie war frei von Phosphorsäure); die salzsaure Lösung bläute sich stark durch Kaliumeisencyanür. 1,2308 Grm. hätte 0,0134 Grm. = 0,67 Proc. *Eisenoxyd* und *Thonerde* geben müssen.

d) Kalkbestimmung. Aus der unter *c.* vom Eisenoxyd und der Thonerde getrennten Flüssigkeit wurde durch hinreichendes oxalsaures Kali der Kalk gefällt; der getrocknete oxalsaure Kalk betrug 1,577 Grm. Davon gaben 1,360 Grm. nach dem Glühen 0,920 Grm. kohlensauren Kalk. 1,577 Grm. oxalsaurer Kalk hätte also 1,0668 Grm. kohlensauren Kalk hinterlassen.

Darin sind 0,56 . 1,0668 *Grm.* = 0,5974 Grm. reiner Kalk (denn $1 : 0{,}56 = 1{,}0668 : x$ und $x = \frac{0{,}56 \,.\, 1{,}0668}{1}$ $= 0{,}56 \,.\, 1{,}0668 = 0{,}5974$). Diese wurden erhalten aus 1,102 Grm. unlöslichen Rückstand (s. unter *c.*); 1,2308

Grm. Rückstand hätte also 0,66723 Grm. Kalk geben müssen (1,102 : 0,5974 = 1,2308 : 0,66723) = 33,361 Proc. *Kalk.*

e) Talkerdebestimmung. Die vom oxalsauren Kalk getrennte Flüssigkeit wurde mit Ammoniak alkalisch gemacht und mit phosphorsaurem Natron vermischt. Nach 24stündigem Stehen wurde die abgeschiedene phosphorsaure Ammoniak-Talkerde auf einem Filter gesammelt, mit ammoniakalischem Wasser gewaschen und getrocknet. Sie wog 0,095 Grm. Davon liess 0,035 Grm. nach dem Glühen 0,015 Grm. Rückstand. 0,095 Grm. hätte also 0,0407 Grm. phosphors. Talkerde gegeben.

Da 100 Theile dieser Verbindung nach *Wackenroder* 38 Thle. Talkerde enthalten, so ist in 0,0407 Grm. derselben $\frac{38 . 0,0407}{100} = 0,015466$ Grm. Talkerde, und diese in 1,102 Grm. unlöslichem Rückstand (s. u. *c.*); 1,2308 Grm. Rückstand hätten sonach 0,017274 Grm. Talkerde geliefert, und diese fand sich in 2 Grammen grauen Gyps. 100 Thle. Gyps enthielten sonach $\frac{0,017274 . 100}{2} = \frac{1,7274}{2}$ = 0,8637 Proc. *Talkerde.*

Zusammenstellung.

100 Theile des grauen späthigen Gypses von Arnstadt enthielten:

33,361	Proc.	Kalk; nach *d.*
45,387	„	Schwefelsäure; nach *b.*
0,864	„	Talkerde; nach *e.*
0,670	„	Eisenoxyd und Thonerde; nach *c.*
0,560	„	grauen, in Salzsäure unlöslichen Thon und lösliche Kieselerde; nach *c.*
20,325	„	Wasser; nach *a.*
101,167.		

Die gefundene Schwefelsäure verlangt 31,771 Proc. Kalk, um damit wasserfreien, einfach-schwefelsauren Kalk zu bilden (SO^3 : CaO = 45,387 : x oder 40 : 28 = 45,387 : x; folglich $x = \frac{28 . 45,387}{40} = 31,771$). Folglich bleiben 33,361 — 31,771

$=$ 1,590 Proc. Kalk übrig, die mit Kohlensäure oder Kieselerde verbunden gewesen sind; dasselbe ist mit der Talkerde der Fall.

Die Menge des wasserfreien schwefelsauren Kalks $= 45,387 + 31,771 = 77,158$ Proc. $= 97,582$ Proc. wasserhaltiger schwefelsaurer Kalk oder reiner Gyps.

($CaO, SO^3 : CaO, SO^3 + 2HO = 77,158 : x$; oder

$68 : 86 = 77,158 : x$; und $x = \frac{77,158 \,.\, 86}{68} = 97,582$.)

Analyse der Mergel.

Als Beispiel diene die Analyse eines den Gyps begleitenden schiefrigen Mergels aus der Nähe von Schilfa bei Greussen (Thüringen).

I. *Wasserbestimmung.* 2,000 Grm. lufttrockner, bläulichgrauer, zerriebener Mergel verloren beim schwachen Glühen 0,198 Grm. $=$ 9,9 Proc. Wasser.

II. *Gypsbestimmung* (oder vielmehr *Schwefelsäurebestimmung*). 5,000 Grm. lufttrockner, feinzerriebener Mergel wurden mit 5 Grm. reinem kohlensauren Kali und 60 Grm. Wasser in einer Porzellanschale $\frac{1}{2}$ Stunde lang gekocht, das Ganze auf ein Filter gegeben und der unlösliche Rückstand gut ausgewaschen. Die filtrirte alkalische Flüssigkeit, in einem geräumigen Glascylinder mit verdünnter Salzsäure schwach angesäuert *) und mit *Chlorbaryumlösung* vermischt, gab einen Niederschlag von *schwefelsaurem Baryt*, welcher auf einem gewogenen Filter gesammelt, gut ausgewaschen und scharf getrocknet 0,025 Grm. wog. Darin sind $0,3429 \,.\, 0,025 = 0,008573$ Gramm *Schwefelsäure* $= \frac{0,008573 \,.\, 100}{5} = \frac{0,8573}{5} = 0,1714$ Proc. *Schwefelsäure* $=$ 0,2914 Proc. *wasserfreier schwefelsaurer Kalk*

*) In manchen Mergeln finden sich organische Vermoderungsprodukte; ein Theil derselben löst sich beim Kochen mit kohlensaurem Kali, scheidet sich aber beim Ansäuren der Lösung mit Salzsäure in braunen Flocken wieder aus. Sollte sich bei der Analyse eines Mergels eine solche Ausscheidung einstellen, so müssen vor dem Zusatz des Chlorbaryums die braunen Flocken erst abfiltrirt werden.

(denn $SO^3 : CaO,SO^3 = 0,1714 : x$ oder $40 : 68 = 0,1714 : x$ und $x = \frac{0,1714 . 68}{40} = 0,2914$).

III. *Bestimmung des in Salzsäure unlöslichen Thones, Sandes und der amorphen Kieselerde.* Der unter II. mit kohlensaurem Kali und Wasser ausgekochte Mergel wurde noch feucht vom Filter genommen, dieses getrocknet, zwischen der Zange verbrannt und die Asche nebst dem feuchten Mergel in einer Porzellanschale mit überschüssiger Salzsäure gekocht. Dabei entwickelte sich Kohlensäure, die Lösung färbte sich stark gelb, reagirte auch nach längerem Erhitzen stark sauer und enthielt viele unlösliche, leicht aufschlämmbare Theile. (Wären merkliche Mengen schweren unlöslichen *Sandes* zugegen gewesen, so hätten diese durch Schlämmen getrennt werden müssen, was aber hier wegen der geringen Menge des Sandes unterbleiben konnte.) Die trübe Flüssigkeit wurde unter fortwährendem Umrühren mit einem Porzellanspatel zur völligen Trockenheit gebracht, nach dem Erkalten mit Salzsäure und Wasser einige Zeit erwärmt und auf ein gewogenes Filter gegeben. Der *unlösliche Thon* und die *amorphe Kieselerde*, welche auf dem Filter zurückblieben, wogen nach dem Auswaschen, Trocknen und Glühen 3,0225 Grm. 100 Theile Mergel enthielten sonach

$\frac{3,0225 . 100}{5} = \frac{302,25}{5} = 60,450$ Proc. in Salzsäure unlöslichen schiefergrauen Thon und lösliche Kieselerde. —

0,946 Grm. dieses Gemenges wurden mit einer wässrigen Lösung des kohlensauren Natrons $\frac{1}{4}$ Stunde lang gekocht, um die amorphe Kieselerde (die lösliche Kieselerde, ^bSiO) aufzulösen. Der zurückbleibende unlösliche Thon betrug nach dem Auswaschen, Trocknen und Glühen 0,727 Gramm. Die aufgelöste ^{b}Kieselerde betrug also 0,946 — 0,727 = 0,219 Grm.

Auf 3,0225 Gramm unlöslichen Thon und Kieselerde beträgt dies 0,946 : 0,219 = 3,0225 : x und

$x = \frac{0,219 . 3,0225}{0,946} = 0,6997$ Grm. lösliche Kieselerde;

oder $\frac{0,6997 . 100}{5} = \frac{69,97}{5} = 13,994$ Proc. *lösliche Kieselerde.*

Daraus folgen 60,450 — 13,994 = 46,456 Proc. in Salzsäure *unlöslicher grauer Thon.*

IV. *Bestimmung des Eisenoxyds und der Thonerde.* Die unter III. vom unlöslichen Thone und der amorphen Kieselerde getrennte salzsaure Lösung wurde in einem geräumigen Glascylinder mit Wasser verdünnt und nach und nach, unter fortwährendem Umrühren, mit wässrigem kohlensauren Natron vermischt, bis der bei jedesmaligem Zutröpfeln des kohlensauren Natron entstehende rothbraune Niederschlag beim Umrühren nicht wieder verschwand, und die Flüssigkeit nur noch eine höchst geringe Wirkung auf Lacmuspapier hervorbrachte. Bei diesem Punkte stiegen von dem rothbraunen Niederschlage (aus Eisenoxydhydrat und Thonerdehydrat bestehend) immer noch *Kohlensäurebläschen* in die Höhe, woraus mit Sicherheit zu schliessen war, dass sich in der überstehenden farblosen Flüssigkeit aller *Kalk* und *alle Talkerde*, so wie das etwa vorhandene *Manganoxydul* noch aufgelöst befanden (denn die kohlensauren Salze dieser Basen sind in freier Kohlensäure auflöslich, während Eisenoxyd und Thonerde darin unlöslich sind). Der Niederschlag wurde auf einem ungewogenen Filter gesammelt und die durchgelaufene Flüssigkeit mit einigen Tropfen kohlensaurem Natron vermischt. Dadurch entstand ein weisser Niederschlag, welcher beim Umrühren wieder verschwand, zum Beweis, dass er nicht aus Thonerde oder Eisenoxyd, vielmehr aus kohlensaurem Kalk oder Talkerde oder Manganoxydul bestand. Die Trennung der Thonerde und des Eisenoxyds von den übrigen Basen war also vollständig vor sich gegangen. (Hätte sich im Gegentheil der durch einige Tropfen kohlensauren Natrons bewirkte Niederschlag beim Umrühren nicht wieder gelöst, so wäre noch nicht alle Thonerde und nicht alles Eisenoxyd gefällt gewesen; man hätte zu dem Filtrat noch etwas kohlensaures Natron fügen müssen, um den Rest dieser Oxyde zu fällen. Ein Ueberschuss des kohlensauren Natrons muss aber sorgfältig vermieden werden, weil sonst

die *freie Kohlensäure* in der Flüssigkeit verschwindet, mit dem einfach-kohlensauren Natron doppelt-kohlensaures Natron bildet, welches dann nicht bloss Eisenoxyd und Thonerde, sondern auch Manganoxydul, Kalk und Talkerde fällt.)

Der gutgewaschene Niederschlag von Thonerdehydrat und Eisenoxydhydrat wurde noch feucht vom Filter genommen, in einer Porzellanschale mit Kalilauge so lange gekocht, bis sich ein braunes lockeres Pulver von Eisenoxydhydrat abgeschieden hatte, das Gemisch darauf mit Wasser verdünnt und auf ein gewogenes Filter gebracht. Das auf dem Filter sitzende braune Eisenoxydhydrat gab nach dem Auswaschen, Trocknen und Glühen 0,160 Gramm rothes Eisenoxyd $= \frac{0,16 \cdot 100}{5} = \frac{16}{5} = 3,2$ Proc. *Eisenoxyd*, welches in dem Mergel theilweise als Eisenoxydul vorhanden war und demselben eine bläulichgraue Farbe ertheilte.

Zu der vom Eisenoxydhydrat abfiltrirten, alkalischen Flüssigkeit wurde *Chlorammoniumlösung* gemischt, das dadurch abgeschiedene weisse *Thonerdehydrat* auf einem gewogenen Filter gesammelt, gut gewaschen, getrocknet und geglüht. Das getrocknete Thonerdehydrat wog 0,404 Grm.; die daraus erhaltene geglühte Thonerde betrug dagegen nur 0,316 Grm. $= \frac{0,316 \cdot 100}{5} = \frac{31,6}{5} = 6,32$ Proc. *Thonerde.*

V. *Bestimmung des Kalks und der Talkerde.* Aus der von Eisenoxyd und Thonerde befreiten, mit Salzsäure schwach angesäuerten Lösung wurde der Kalk durch oxalsaures Kali gefällt. Der getrocknete oxalsaure Kalk wog 0,822 Grm.; er hinterliess nach dem Glühen 0,478 Grm. kohlensauren Kalk.

Daraus ergaben sich $\frac{0,478 \cdot 100}{5} = \frac{47,8}{5} = 9,56$ Proc. *kohlensaurer Kalk* = 5,353 Proc. *reiner Kalk* (denn $CaO, CO^2 : CaO = 9,56 : x$ oder $50 : 28 = 9,56 : x$ und $x = \frac{9,56 \cdot 28}{50} = 5,353$).

In der vom oxalsauren Kalk getrennten Flüssigkeit bewirkte oxalsaures Kali keine Fällung mehr; sie war also kalkfrei. Phosphorsaures Natron und überschüssiges Ammoniak bewirkten einen starken Niederschlag von phosphorsaurer Ammoniak-Talkerde. Der gesammelte, mit ammoniakhaltigem Wasser gewaschene, getrocknete und geglühte Niederschlag (phosphorsaure Talkerde) betrug 0,926 Grm.

Darin sind $\frac{0{,}926 \cdot 38}{100} = 0{,}3519$ Grm. reine Talkerde.

100 Theile des Mergels enthielten sonach

$$\frac{0{,}3519 \cdot 100}{5} = \frac{35{,}19}{5} = 7{,}038 \text{ Proc. } \textit{Talkerde.}$$

VI. *Zusammenstellung.*

100 Theile des lufttrocknen, schiefergrauen Gypsmergels von Schilfa enthielten:

9,900	Proc.	Wasser; nach I.
0,171	„	Schwefelsäure (= 0,291 Proc. schwefelsaur. Kalk oder wasserfreien Gyps); nach II.
46,456	„	schiefergrauen, beim Glühen gelblichgrau werdenden Thon, wasserfrei, in Salzsäure und im wässrigen kohlensauren Natron unlöslich; nach III.
13,994	„	amorphe Kieselerde (lösliche Kieselerde, ^{b}SiO); nach III.
3,200	„	Eisenoxyd; nach IV.
6,320	„	Thonerde; nach IV.
5,353	„	reinen Kalk (CaO) = 9,34 Proc. kohlens. Kalk und 0,291 Proc. schwefels. Kalk); nach V.
7,038	„	reine Talkerde.
92,432	„	
7,568	„	Verlust = Kohlensäure.
100,000.		

VII. ***Berechnung des erhaltenen Kalks auf kohlensauren und schwefelsauren Kalk; der gefundenen Talkerde auf kohlensaure und kieselsaure Talkerde; des gefundenen Eisenoxyds auf Eisenoxydul.***

1) Nach II. wurden gefunden 0,1714 Proc. Schwefelsäure = 0,2914 Proc. *wasserfreier, schwefelsaurer Kalk.* Daraus

ergeben sich 0,2914—0,1714 = 0,1200 Proc. an Schwefelsäure gebundener Kalk. Nach Abzug derselben von der Gesammtmenge des gefundenen Kalks bleiben 5,353 — 0,120 = 5,233 Procent an Kohlensäure gebundener Kalk. Diese entsprechen 9,345 Procent *kohlensauren Kalk* (denn $CaO : CaO,CO^2 = 5,233 : x$ oder $28 : 50 = 5,233 : x$ und $x = \frac{50 . 5,233}{28} = 9,345$).

2) Nach IV. wurden gefunden 3,2 Procent Eisenoxyd; diese entsprechen 2,88 Proc. *Eisenoxydul*.

(Denn $Fe^2O^3 : Fe^2O^2 = 3,2 : x$ oder $80 : 72 : 3,2 : x$ und $x = \frac{3,2 . 72}{80} = 2,88$).

3) Stellt man die berechneten Procente des Eisenoxyduls, anstatt der gefundenen Procente des Eisenoxyds in die Zusammensetzung des Mergels ein, so ergiebt sich nothwendig ein weiterer Verlust von 3,2 — 2,88 = 0,32 Procent Sauerstoff, welche während der chemischen Analyse an das im Mergel vorhandene Eisenoxydul traten, also von der procentischen Zusammensetzung abgerechnet werden müssen. Der als Kohlensäure in Rechnung gebrachte Verlust stellt sich sonach auf 7,568 + 0,320 = 7,888 Proc. *Kohlensäure* heraus. Davon sind 9,345—5,233 = 4,112 Proc. *Kohlensäure an Kalk* gebunden (s. unter 1.); es bleiben also nur noch 7,888—4,112 = 3,776 Proc. *Kohlensäure an Talkerde* gebunden, übrig.

Die Menge der an *Kohlensäure gebundenen Talkerde* beträgt sonach 3,433 Proc. (Denn $CO^2 : MgO = 3,776 : x$ oder $22 : 20 = 3,776 : x$ und $x = \frac{20 . 3,776}{22} = 3,433$.)

Nach Abzug derselben von der Gesammtmenge der Talkerde bleiben 7,038 — 3,433 = 3,605 Procent *Talkerde* übrig, welche an *amorphe Kieselerde* gebunden im Mergel vorhanden waren.

Die Menge der darin vorhandenen *kohlensauren Talkerde* ist = 3,776 + 3,433 = 7,209 Procent.

Nach den eben vorgenommenen Berechnungen ergiebt sich folgende Zusammensetzung für den Mergel von Schilfa:

9,900	Proc.	Wasser.	
46,456	„	wasserfreier, in Salzsäure und wässrigem kohlensauren Natron unlöslicher Thon, vor dem Glühen schiefergrau, nach dem Glühen gelblichgrau (mithin noch Eisenoxydul-haltig).	
13,994	„	amorphe Kieselerde (^{b}SiO)	26,799 Proc. durch Salzsäure aufschliessbarer Lettenthon.
6,320	„	Thonerde = Al^2O^3	
2,880	„	Eisenoxydul = FeO	
3,605	„	Talkerde = MgO	
9,345	„	kohlensaurer Kalk	16,554 Proc. durch Salzsäure auflösl. Dolomit.
7,209	„	kohlensaure Talkerde	
0,291	„	wasserfreier schwefelsaurer Kalk.	
100,000	Proc.		

Bestimmung des Kali- und Natrongehalts in den Thonen, Mergeln und Kalksteinen.

Man mengt gleiche Theile feinzerriebenen Thon und reinen kohlensauren Kalk mit wenig Wasser zu einem steifen Teige, formt daraus einige Kugeln, lässt diese trocknen und glüht sie dann in einem hessischen Tiegel 1 Stunde lang heftig. Nach dem Erkalten zerreibt man die Masse, kocht sie mit Wasser aus, filtrirt die Lösung, schlägt daraus den Kalk durch *Kohlensäure* nieder (z. B. durch Einblasen von Luft aus den Lungen) und dampft die klar filtrirte Flüssigkeit in der Porzellanschale zur Trockne ein. Kali und Natron hinterbleiben dabei als *kohlensaure Salze* (mitunter auch als Chlorkalium oder Chlornatrium, schwefelsaures Kali oder Natron).

Kalksteine und *Mergel*, die reich sind an kohlens. Kalk, werden ohne weiteres in Stücken, oder wenn der Mergel pulverig ist, mit Wasser geknetet und in Kugeln geformt, im hessischen Tiegel gebrannt, und nach dem Brennen wie angegeben behandelt. Die Anwendung von Kugeln oder Kalkstücken hat den Zweck, die Berührung der Masse mit den Tiegelwänden so viel als möglich zu verhindern, weil sonst aus der Tiegelmasse Spuren von Alkali in die gebrannten Mergel oder Kalksteine gelangen könnten.

Alleinige Bestimmung des Kalks in den Mergeln.

5 Gramme lufttrockner feinzerriebener Mergel werden mit Salzsäure in einer geräumigen Porzellanschale eine halbe Stunde lang gekocht. Die Auflösung muss alsdann Lacmuspapier noch stark röthen, sonst ist ungenügend Salzsäure zugegen; sollte sie neutral reagiren, so muss nach abermaligem Zusatz von Salzsäure das Gemisch noch einige Zeit im Sieden erhalten werden. Die Flüssigkeit wird in einen geräumigen Glascylinder gegeben, der Rückstand der Porzellanschale mit Wasser sorgfältig heraus in den Cylinder gespült und der Inhalt noch mit soviel Wasser verdünnt, dass die Gesammtflüssigkeit höchstens $^1/_1$ preussisch. Quart beträgt. Jetzt mischt man unter gutem Umrühren Ammoniakflüssigkeit hinzu, bis das Gemisch das Curcumapapier deutlich bräunt, bringt die trübe Flüssigkeit auf ein ungewogenes Filter, spült die im Cylinder hängen gebliebenen Theile mit Wasser heraus auf das Filter, und wäscht nach dem Ablaufen des flüssigen Theils den Rückstand so lange mit Wasser, bis eine Portion des Filtrats durch oxalsaures Kali nicht mehr getrübt wird.

Die Probeflüssigkeiten vereinigt man wieder mit der filtrirten Flüssigkeit, vermischt diese mit Essigsäure bis zur schwachen aber deutlichen Röthung des Lacmuspapiers und fügt nun *oxalsaures Kali* in entsprechender Menge nach und nach in kleinen Portionen hinzu. Nach jedesmaligem Zusatz des Reagenzes lässt man das trübe Gemisch sich etwas klären und tröpfelt in die überstehende klare Flüssigkeit von Neuem etwas oxalsaures Kali. Sobald die Flüssigkeit dadurch nicht mehr getrübt wird, unterbricht man den Zusatz des Fällungsmittels, lässt eine Stunde ruhig stehen, giesst die klarüberstehende Flüssigkeit von dem Niederschlage hinweg, bringt diesen auf ein vorher getrocknetes gewogenes Filter und wäscht ihn hier so lange mit reinem Wasser, bis die durchlaufende Flüssigkeit durch Chlorcalciumlösung nicht mehr getrübt wird. Dann trocknet man das Filter sammt dem Niederschlag zuerst auf grauem Fliesspapier, dann auf einer Porzellantasse bei einer Wärme, welche die des siedenden Wassers nicht weit übersteigt, und bestimmt sein Gewicht.

Der Niederschlag ist gewässerter oxalsaurer Kalk.

Je nach der angewandten Trockenwärme besitzt derselbe bald mehr bald weniger chemisch gebundenes Wasser. Seine Formel schwankt zwischen $CaO, C^2O^3 + HO$ uud $CaO, C^2O^3 + 2\ HO$. Aus diesem Grunde lässt sich aus demselben der Kalk nicht sicher berechnen. Erhitzt man aber den gewässerten oxalsauren Kalk bis zur Rothglühhitze, so entweicht Wasser und Kohlenoxyd, und der Rückstand besteht aus kohlensaurem Kalk von einer bestimmten Zusammensetzung [$CaO,C^2O^3 + HO$ giebt beim Glühen $(CaO,CO^2) + \underline{CO + HO}$ ♁].

Man nimmt den trocknen, gewässerten, oxalsauren Kalk vom Filter, wägt und glüht denselben in einer flachen Platinschale über der mit dem Löthrohr angefachten Spiritusflamme unter öfterem Umrühren mit dem Platindrahte. (Die Glühung kann auch im hessischen Tiegel, den man zwischen glühende Kohlen gestellt hat, geschehen; nur darf man keine stärkere als Dunkelrothglühhitze anwenden, weil sonst der zurückbleibende kohlensaure Kalk einen Theil seiner Kohlensäure verliert und sich ätzend brennt.)

Nach $\frac{1}{4}$stündigem Glühen lässt man die Schale oder den Tiegel erkalten und wägt den rückständigen kohlensauren Kalk. Man multiplicirt seine Menge mit der Reductionszahl 0,56 und erhält als Produkt den darin vorhandenen reinen Kalk. Die ganze Menge des in 5 Grammen Mergel sich findenden Kalks ergiebt sich aus der Proportion $n : k = N : K$ (worin N die ganze Menge des erhaltenen getrockneten oxalsauren Kalks; n den zum Glühen benutzten Theil des oxals. Kalks; k die Menge des in n vorhandenen reinen Kalks und K die Menge des in N enthaltenen reinen Kalks ausdrückt); es ist $K = \frac{k\ N}{n}$.

Aus der Proportion $5 : K = 100 : x$ ergeben sich die Kalkprocente $x = \frac{100\ K}{5} = 20\ K$.

Der gefundene Kalk kann an Kohlensäure, Schwefelsäure und Kieselerde gebunden in den Mergeln vorkommen. Gewöhnlich pflegt man ihn als *kohlensauren Kalk* in Rechnung zu nehmen. Dann ist es nicht nöthig den Glührückstand des oxalsauren Kalks mit der Reductionszahl 0,56 zu multipliciren; man berechnet nur durch eine ähnliche Proportion wie oben, die Menge des Rückstandes (des kohlens. Kalks), welche beim

Glühen der *Gesammtmenge* des oxalsauren Kalks erhalten worden wäre, und reducirt dieselbe auf 100 Theile Mergel.

Analyse der Ackererde.

Auswahl der Erde.

Die zur Untersuchung dienenden Erdproben müssen von verschiedenen Stellen des Ackers genommen werden, sowohl von der Oberfläche als aus verschiedener Tiefe der Ackerkrume. Jede einzelne Probe muss wenigstens 1 Pfund betragen; nach dem Austrocknen derselben an der Luft, schlägt man sämmtliche Proben durch ein Sieb mit linsengrossen Oeffnungen, mengt die durchgesiebte Erde sorgfältig mit der Hand und verwendet einen Theil derselben zur Analyse. Die auf dem Siebe befindlichen Steine untersucht man qualitativ auf ihre Beschaffenheit; höchstens bestimmt man das Gewichtsverhältniss derselben zu der lufttrocknen, durchgesiebten Erde.

Erste Abtheilung.

Qualitative Analyse der Steine.

Man sortirt dieselben dem Ansehen nach und glüht eine Probe der verschiedenartigen Sorten auf der Kohle vor dem Löthrohre. Kalksteine, Dolomite, Gyps, Flussspath werden nach dem Glühen das feuchte Curcumapapier bräunen, Feldspäthe, Glimmer, Hornblende, Augitgesteine, Quarz, Kieselschiefer, Porphyre, Granite, kalkfreie Schiefer werden das Curcumapapier nicht verändern. Man kocht eine Probe der zerriebenen Steine mit Wasser und prüft mit Chlorbaryum auf Schwefelsäure, mit oxalsaurem Kali auf Kalk; geben beide Reagentien Trübungen, so ist das fragliche Gestein Gyps. Endlich kocht man von den verschiedenen Steinsorten eine zerriebene Probe mit Salzsäure; Kalksteine, Dolomite lösen sich unter Brausen; in der Auflösung weisst man durch Aetzammoniak das Eisenoxyd und die Thonerde, und in der filtrirten Flüssigkeit durch oxals. Kalk und darauf folgende Anwendung von phosphorsauren Natron-Ammoniak die Talkerde nach. In Salzsäure unlösliche Steine sind: Quarze, Kieselschiefer, Granite, Porphyre, Grünsteine u. s. w.

Zweite Abtheilung.

Quantitative Analyse der gesiebten Erde.

A. *Wasserbestimmung.*

a) *Wassergehalt der lufttrocknen Erde.* 10 Gramme Erde werden bei 100⁰—120⁰ C. in einer Porzellantasse getrocknet, bis sie nichts mehr am Gewicht verlieren; der Gewichtsverlust ist Wasser. (Man stellt die Porzellantasse auf die heisse Platte des Stubenofens oder auf ein Blech über eine schwache Spiritusflamme; in die Porzellantasse legt man ein Stückchen feines Papier und erniedrigt die Temperatur, sobald sich das Papier bräunen sollte.)

b) *Wassergehalt der mit Feuchtigkeit gesättigten Erde.* 10 Gramme der völlig trocknen Erde werden auf ein feuchtes, sammt den Trichter gewogenes Filter gebracht, hier mit Wasser übergossen, das Ganze gut bedeckt stehen gelassen und nach dem Abtropfen des Wassers gewogen. Die Gewichtszunahme der Erde, des feuchten Trichters und Filters drückt die Menge des zurückgehaltenen Wassers aus; mit 10 multiplicirt wird diese Zahl zum Ausdruck des wasserhaltigen Vermögens (der wasserhaltenden Kraft) der Erde.

B. *Bestimmung der organischen Substanzen, der Kohlensäure, Schwefelsäure und Phosphorsäure.*

a) *Wasser, organische Substanzen und ein Theil der Kohlensäure.* 10 Gramme der lufttrocknen Erde von bekanntem Wassergehalte werden in einem offenen Schmelztiegel unter Umrühren mit einem Kupferdrahte oder Eisendrahte, oder thönernem Pfeifenstiele so lange *schwach rothgeglüht* bis der Rückstand nach dem Erkalten nicht mehr schwarz erscheint, sondern eine weisse, gelbe oder rothbraune Farbe angenommen hat. Der Glühverlust rührt her von Wasser und verbrannter organischer Substanz, die als Kohlensäure, Wasser und Stickgas entwichen ist; nach Abzug der bekannten Wassermenge der Erde bleibt die Menge der organischen Substanzen. Diese Methode ist nur annähernd genau, denn bei starkem Glühen von Erden, welche kohlens. Kalk und kohlens. Talkerde enthalten, entweicht die Kohlensäure dieser Salze und vermehrt

den Glühverlust; in Thonböden ist es das in der scharf getrockneten Erde hartnäckig zurückgehaltene chemisch gebundene Wasser des Thons, welches beim Glühen neben den Verbrennungsprodukten der organischen Substanz entweicht und den Glühverlust vermehrt. Das einzige bis jetzt bekannte genaue Bestimmungsmittel der organischen Substanzen in der Ackererde ist die Elementaranalyse; aber für landwirthschaftl. Zwecke ist dasselbe unpraktisch.

b) *Kohlensäurebestimmung.* Nach dem schwachen Rothglühen und Wägen des erkalteten Rückstandes, setzt man denselben einer heftigen Rothglühhitze aus und bestimmt abermals die Gewichtsabnahme. Diese rührt diesmal von der aus dem kohlensauren Kalk ausgetriebenen *Kohlensäure* her.

c) *Bestimmung der Huminsäure und Schwefelsäure.* 10 Grm. feinzerriebene lufttrockne Erde von bekanntem Wassergehalte werden in einer Porzellanschale mit 5 Grammen reinem (schwefelsäurefreien) kohlens. Kali (Weinsteinsalz) und 100 Gramme Wasser eine halbe Stunde lang unter Ersetzung des verdunstenden Wassers gekocht; das Ganze wird alsdann auf ein Filter gebracht, dort gut abtropfen gelassen und der Filtrirrückstand mit Wasser ausgewaschen. Die braungefärbte Flüssigkeit wird in einem geräumigen Glascylinder mit reiner (schwefelsäurefreier) Salzsäure angesäuert, wobei das Huminsäurehydrat in schwarzbraunen Flocken sich ausscheidet; man sammelt es auf einem Filter, wäscht es gut mit Wasser aus, trocknet es bei gelinder Wärme und wägt. — Es wird dann als Huminsäure in Rechnung gebracht; von dem Glühverlust wird eine gleiche Menge Huminsäure abgezogen.

Die von der Huminsäure getrennte Lösung wird mit Chlorbaryumlösung vermischt, der entstandene Niederschlag von schwefels. Baryt gesammelt, ausgewaschen und nach scharfem Trocknen gewogen.

100 G.-Th. desselben sind gleich 34,3 Gew.-Th. SO^3 = 58,3 Gew.-Th. wasserfreien CaO,SO^3 = 73,7 Gew.-Th. $CaO,SO^3 + 2\,HO$.

d) *Die Bestimmung der Phosphorsäure* geschieht nur qualitativ, wie schon früher angegeben.

c) *Die Gegenwart des Stickstoffs* ermittelt man durch Glühen von 1 Gramm feinzerriebener Erde mit 1 Gramm gebrannten Kalk im Proberöhrchen; es wird sich um so mehr Ammoniak unter den entweichenden Dämpfen finden, je grösser der Stickstoffgehalt der Erde war. Durch die Bräunung eines feuchten Curcumapapiers in den entweichenden Dämpfen erkennt man die Gegenwart des Ammoniaks.

C. *Bestimmung des Kalks (des Gesammtgehaltes).*

5 Gramme der lufttrocknen Erde von bekanntem Wassergehalte werden mit Salzsäure in einem Kochfläschchen eine halbe Stunde lang im Sieden erhalten; die Auflösung wird vom Ungelösten abfiltrirt und letzteres gut ausgewaschen. Das Filtrat versetzt man mit überschüssigem Ammoniak, filtrirt die getrübte Mischung, wäscht den Niederschlag gut mit Wasser aus und legt ihn bei Seite. Die von demselben getrennte Auflösung enthält allen in der Ackererde an Kohlensäure, Kieselerde, Schwefelsäure, Salzsäure oder Salpetersäure gebundenen Kalk. Man fällt denselben durch eine hinreichende Menge von oxalsaurem Kali, wäscht den Niederschlag mit Wasser, trocknet und wägt. Einen Theil dieses oxalsauren Kalks erhitzt man zum *schwachen Rothglühen* und berechnet den Rückstand als kohlens. Kalk. 100 Theile des letzteren sind gleich 56 Gew.-Th. reinem Kalk.

D. *Trennung der Feinerde von dem Sand durch Schlämmung; Analyse der im Schlämmwasser gelösten Salze, der Schlämmerde und des Sands.*

I. 100 Gramme der lufttrocknen Erde von bekanntem Wassergehalte werden mit kaltem destillirten Wasser zu einem dicken Brei angerührt und durch Reiben desselben mit dem Finger die Erdklümpchen soviel als möglich zerdrückt. Dann wird die Masse mit Wasser verdünnt, gut umgerührt, einige Augenblicke stehen gelassen und trübe wie sie ist, von der zu Boden gesunkenen Sanderde hinweg in einen Glascylinder gegossen. Das Aufgiessen von Wasser, Zer-

drücken der Klümpchen, Absetzenlassen und Abgiessen der überstehenden Flüssigkeit wiederholt man mehreremale und unterbricht es erst dann, wenn wenige Secunden nach dem Aufrühren mit frischem Wasser die Sanderde wieder vollständig zu Boden gesunken ist und nur klares Wasser über sich zurücklässt. Die zurückbleibende Sanderde trocknet man in der Porzellanschale vollständig aus und bestimmt ihr Gewicht. Das an 100 Grammen fehlende ist *Wasser*, *Schlämmerde* und *auflösliche Salze;* da die Menge des ersteren bekannt ist, so hat man nur noch die Menge der auflöslichen Salze zu bestimmen, um alsdann die Menge der Schlämmerde aus dem Verluste zu berechnen. Zu dem Ende bringt man die Flüssigkeit, welche sich über der in der Ruhe zu Boden gesunkenen Stauberde befindet, auf ein passendes Filter, ohne den Schlamm aufzurühren und erst, wenn der grösste Theil der Lösung durchgegangen ist, fördert man auch den Schlamm der Stauberde aufs Filter, lässt ihn abtropfen und trocknet ihn bei gelinder Wärme (unterhalb 100° C.) völlig aus. Da er sich beim Trocknen fest an das Filtrirpapier hängt, so ist es zweckmässig, denselben mit einem Porzellanspatel noch feucht vom Filter zu nehmen und, auf einer Porzellantasse ausgebreitet, austrocknen zu lassen.

Das filtrirte Schlämmwasser verdampft man in der Porzellanschale bis auf ein kleines Volum, bringt dann die Flüssigkeit nebst den ausgeschiedenen Salzen in eine kleine gewogene Porzellanschale und verdampft im Wasserbade zur Trockne. Aus der Gewichtszunahme der Schale ergiebt sich die Menge der leichter auflöslichen Salze der Ackererde. Man unterwirft dieses Salzgemisch einer qualitativen oder bei hinreichender Menge einer quantitativen Analyse, indem man dabei ganz so verfährt, wie bei der qualitativen und quantitativen Untersuchung der Brunnen- und Flusswässer angegeben wurde; die im Wasser leichter löslichen Salze der Ackererde sind die gleichen, wie die der natürlichen Wässer.

II. *Quantitative Analyse des Sandes.*

a) Bestimmung der organischen Substanzen und der Kohlensäure. 5 Grm. scharfgetrocknete Sanderde werden eine

halbe Stunde lang in einem offenen hessischen Schmelztiegel anfangs schwach, später heftig rothgeglüht, und die Verbrennung der organischen Reste durch Umrühren mit einem Kupferdrahte unterstützt. Der Glühverlust wird als Kohlensäure und organische Substanz in Rechnung gebracht.

b) Bestimmung der in Salzsäure löslichen und unlöslichen Bestandtheile. 5 Grm. scharfgetrocknete Sanderde werden in einer geräumigen Porzellanschale mit einer hinreichenden Menge Salzsäure übergossen und damit erwärmt. Wenn die Salzsäure nicht weiter auf die Sanderde einzuwirken scheint, wird das Gemisch bis zur staubigen Trockne verdampft; nach dem Erkalten erhitzt man den Rückstand mit gleichen Theilen Salpetersäure und Salzsäure bis zum Sieden und erhält es darin etwa 10 Minuten lang. Dann verdünnt man mit Wasser und filtrirt die Lösung. Das Ungelöstgebliebene ist Quarzsand, Glimmersand, Feldspath, aus Kalksand abgeschiedener Thon u. drgl., gemengt mit ^{b}Kieselerde. Man bestimmt das Gewicht des geglühten Gemisches.

1) *Analyse des in Salzsäure Unlöslichen; Trennung der ^{b}Kieselerde von dem Quarzsand und den übrigen unlöslichen Sanden.*

Eine gewogene Menge des ausgewaschenen, getrockneten und geglühten Gemisches wird mit einer wässrigen Lösung von kohlens. Natron eine $\frac{1}{4}$ Stunde lang gekocht, die heisse Lösung filtrirt, der unlösliche Rückstand ausgewaschen, getrocknet, geglüht und gewogen. Der Gewichtsverlust ist ^{b}Kieselerde. Die letztere kann aus ihrer Natronlösung durch Salmiak gefällt und direkt bestimmt werden; man erhält jedoch im letzteren Falle nur einen Theil der ^{b}Kieselerde als gallertartigen Niederschlag; ein anderer Theil, obgleich der geringere, bleibt in der ammoniakalischen Flüssigkeit gelöst.

2) *Analyse des in Salzsäure löslichen Theils des Sandes.*

Man vermischt die filtrirte saure Lösung mit Aetzammoniak bis zur alkalischen Reaktion, sammelt den Niederschlag von Fe^2O^3, Mn^2O^3 und Al^2O^3 auf einem Filter, wäscht ihn gut aus, nimmt denselben feucht vom Filter und behandelt ihn mit

Kalilauge in der Siedhitze. Das unlöslichbleibende *manganhaltige Eisenoxyd* wird gesammelt, ausgewaschen, getrocknet und geglüht. Aus der alkalischen Thonerdelösung fällt man die Thonerde durch hinreichende Salmiakflüssigkeit, sammelt sie auf dem Filter, wäscht aus, trocknet und glüht.

Aus der von Thonerde, Eisenoxyd und Manganoxyd durch Aetzammoniak befreiten Flüssigkeit fällt man den Kalk durch oxalsaures Kali, sodann die Talkerde durch phosphors. Natron-Ammoniak; aus den geglühten Niederschlägen berechnet man, wie bei den Kalksteinen angegeben worden, die Menge des Kalks und der Talkerde.

Schema für die Analyse des Sandes.

I. *In Salzsäure unlöslicher Theil.*	II. *In Salzsäure löslicher Theil.*	
1) ^bSiO in kohlensaurem Natron löslich.	1) *In ammoniakhaltiger Flüssigkeit unlösliche Oxyde.* Fe^2O^3, Mn^2O^3, Al^2O^3	2) *In ätzammoniakhaltiger Flüssigkeit löslich.* CaO, MgO.
2) ^aSiO, Feldspath u. s. w. in kohlensaurem Natron *unlöslich.*	Davon ist nur Al^2O^3 in Kalilauge löslich; Fe^2O^3, Mn^2O^3 sind darin unlöslich.	Das oxalsaure Kali fällt den Kalk, aber nicht die Talkerde.

III. *Analyse der Stauberde oder Schlämmerde.*

a) Wasserbestimmung. Sie geschieht durch Trocknen von 5 Grammen Erde bei 100 bis 120° C. aus dem dabei beobachteten Gewichtsverluste.

b) Organische Substanzen und Kohlensäure werden wie bei dem Sande bestimmt.

c) Bestimmung der in Salzsäure löslichen und unlöslichen Bestandtheile. 10 Grm. Stauberde von bekanntem Wassergehalte werden mit Salzsäure zur Trockne eingedampft, der Rückstand wird abermals mit Salpetersalzsäure erwärmt, die mit Wasser verdünnte Flüssigkeit von der ungelöst gebliebenen Erde abfiltrirt, letztere gut ausgewaschen, getrocknet, im offenen Tiegel geglüht und gewogen. Sie besteht aus unlöslichem Thon und ^bSiO. Die letztere trennt man durch Kochen mit kohlens. Natron von dem unlöslichen Thon und bestimmt ihre Menge aus dem Gewichtsverluste, welchen der Thon bei dieser Behandlung erlitt.

Den unlöslichen Thon glüht man vor der Behandlung mit kohlensaurem Natron so lange im offenen Tiegel unter öfterem Umrühren, bis er seine schwarze, kohlige Beschaffenheit verloren hat und entweder weiss, gelb oder roth gefärbt erscheint. Die beiden letzteren Färbungen rühren vom Eisengehalte her; man unterlasse nicht, diese Färbung des abgeschiedenen Thons unter den Resultaten der Analyse zu bemerken.

Die in Salzsäure löslichen Bestandtheile der Stauberde, nämlich Thonerde, Eisenoxyd, Manganoxyd, Kalk und Talkerde werden genau so von einander getrennt, wie bei der Sanderde und den Kalksteinen angegeben wurde.

Schema für die Analyse der Stauberde durch Salzsäure.

I. In *Salzsäure löslicher Theil.*

1) Fällung von Fe^2O^3, Mn^2O^3 und Al^2O^3 durch Aetzammoniak.
 a) Kochung des feuchten Niederschlags mit Kalilauge, wobei Al^2O^3 sich löst; Fällung der Thonerde aus der filtrirten Lösung durch Salmiak.
 b) Glühung des manganhaltigen Eisenoxyds mit Soda; entsteht eine grüne Schlacke, so war dem Eisenoxyd Manganoxyd beigemengt.
2) Fällung der von 1) abfiltrirten Flüssigkeit mit oxalsaurem Kali. Glühung des erhaltenen oxalsauren Kalks.
3) Fällung der von 2) abfiltrirten Flüssigkeit mit phosphorsaurem Natron-Ammoniak; Glühung des Talkerde-Niederschlags.

II. In *Salzsäure unlöslicher Theil.*

1) Kochung mit kohlensaurem Natron, wobei ^bSiO in Lösung übergeht.
2) Glühung des in NaO, CO^2 unlöslichen Thons.

Statt der Fällung der salzsauren Lösung mit Ammoniak (I. 1.) kann man auch die etwas schwieriger auszuführende, aber sehr sichere Trennung der Thonerde und des Eisenoxyds von Kalk, Talkerde und Manganoxyd durch kohlensaures Natron in der Kälte ausführen, wie Seite 355 bei der Mergelanalyse angegeben worden ist.

Zusammenstellung der Resultate der Analyse.

Die Menge des *Wassers*, der *organischen Substanzen*, der *Kohlensäure*, *Schwefelsäure*, des *Kalks* berechnet man auf Procente der lufttrocknen, gesiebten Erde; eben so die Mengen der Stauberde, der Sanderde und der *löslichen Salze*.

Die bei der Analyse der Sanderde gefundenen Mengen der einzelnen Bestandtheile berechnet man auf die in 100 Theilen lufttrockner gesiebter Erde enthaltenen Mengen von Sanderde; dasselbe geschieht mit den Bestandtheilen der Stauberde.

Von der Gesammtmenge des Wassers zieht man diejenige Menge ab, welche in der bei 100° C. getrockneten Stauberde gefunden wurde; der Rest ist das *mechanisch gebundene Wasser (das hygroskopische Wasser)*.

Die Mengen der organischen Substanzen, der Kohlensäure und des Kalks in der gesiebten Erde müssen der Summe derselben Substanzen gleich sein, welche in Stauberde und Sanderde getrennt ermittelt wurden.

Die Menge des Gypses im wässrigen Auszug der Ackererde muss von der Summe der löslichen Salze abgezogen und dafür die gleichzeitig mit Huminsäure bestimmte Gypsmenge den löslichen Salzen hinzugerechnet werden.

Die im Gyps vorhandene Kalkmenge wird von der Gesammtmenge des gefundenen Kalks abgezogen. Den Rest des Kalks bindet man an Kohlensäure.

Analyse der Holz-, Braunkohlen- und Torf-Asche.

Zur Ermittelung des Werthes einer Asche als Düngemittel ist es nicht nöthig, alle Bestandtheile einer Asche quantitativ zu bestimmen; es sollen hier nur die Methoden genauer angegeben werden, mittelst welcher die Hauptbestandtheile der Aschen, nämlich *Kali*, *Kalk*, *Talkerde*, *Kohlensäure*, *lösliche Kieselerde*, *Phosphorsäure* und *Schwefelsäure* quantitativ bestimmt werden können. Für die vollständige Analyse einer Asche ist nach *H. Wackenroder* folgender Gang zu beobachten.

I. *Heissbereiteter wässriger Auszug von 10 bis 15 Grammen Asche.*

Derselbe wird gewogen und in 5 ziemlich gleiche, gewogene Portionen getheilt.

1) *Kalibestimmung;* mittelst überschüssiger Weinsäure.
2) *Kalk-* und *Talkerdebestimmung;* a) Fällung des Kalks mittelst *oxalsauren Kalis* aus der mit Essigsäure angesäuerten Flüssigkeit; b) Fällung der Talkerde aus der kalkfreien, mit *Ammoniak* alkalisch gemachten Flüssigkeit durch *phosphorsaures Natron.*
3) *Kieselerde;* Fällung derselben aus der mit Salzsäure angesäuerten Flüssigkeit durch Uebersättigen mit Ammoniak.
4) *Chlorbestimmung;* durch salpetersaures Silberoxyd in der mit Salpetersäure angesäuerten Flüssigkeit.
5) *Kohlensäure-*, *Phosphorsäure-*, *Schwefelsäure-Bestimmung;* sie geschieht durch Fällung des wässrigen Aschenauszugs mit Chlorbaryum; Auflösung des geglühten Niederschlags (eines Gemisches von [BaO, CO^2]; [BaO, SO^3]; und [$2\,BaO, PO^5$]) in verdünnter Salpetersäure; Trennung des ungelöst bleibenden schwefelsauren Baryts, Gewichtsbestimmung desselben und Berechnung der Schwefelsäure aus diesem Gewicht. Aus der gekochten Auflösung des Barytniederschlags wird durch Zusatz von Ammoniak bis zur alkalischen Reaktion der phosphorsaure Baryt gefällt und aus dem Gewicht des geglühten Niederschlags ($5\,BaO, 2\,PO^5$) die Phosphorsäure berechnet.

Aus der ammoniakalischen Lösung wird durch Schwefelsäure der Baryt als schwefels. Baryt gefällt und aus seinem Gewicht die Menge des vorher an Kohlensäure gebundenen Baryts berechnet; aus diesem ergiebt sich dann die Menge der Kohlensäure in dem wässrigen Aschenauszuge.

II. *In heissem Wasser unlöslicher Theil von 15 bis 20 Grammen Asche.*

Er wird gewogen, mit hinreichender Salzsäure gekocht, in der Porzellanschale zur Trockne gebracht, wieder mit verdünnter Salzsäure erwärmt, filtrirt, das Unlösliche auf dem Filter gut ausgewaschen.

A. *Analyse des in Salzsäure unlöslichen Theils.*

a) Bestimmung des Thons und Sandes (welche den gewöhnlichen Aschen zufällig beigemengt sein können). Der an der Luft bis zum Verschwinden der grauen Farbe geglühte, in Salzsäure unlösliche Theil der Asche wird gewogen, mit einer wässrigen Auflösung des kohlensauren Natrons gekocht, das Ungelöste (Thon und Sand) auf einem gewogenen Filter ausgewaschen, getrocknet, geglüht und wieder gewogen. Der Verlust besteht aus löslicher Kieselerde.

b) Bestimmung der löslichen Kieselerde; sie geschieht *indirekt* aus dem Verlust, wie oben angegeben; *direkt* durch Fällung ihrer Auflösung in kohlensaurem Natron mittelst Salmiak. Wegen der, wenn auch geringen Löslichkeit der Kieselerde im Wasser ist die Menge der direkt bestimmten Kieselerde immer geringer als die aus dem Verluste bestimmte.

B. *Analyse des in Salzsäure löslichen Theils.*

a) Fällung des phosphorsauren Eisenoxyds und der phosphorsauren Thonerde.

Die salzsaure Lösung wird durch Zusatz von kohlensaurem Natron so viel als möglich neutralisirt, doch so, dass kein bleibender Niederschlag entsteht; darauf mit hinreichend essigsaurem Natron vermischt zum Sieden erhitzt. Der entstandene

Niederschlag von phosphorsaurem Eisenoxyd und phosphorsaurer Thonerde wird rasch von der siedendheissen Flüssigkeit abfiltrirt und weiter zerlegt.

1) Der feuchte Niederschlag wird mit Kalilauge gekocht; das ungelöst bleibende *Eisenoxyd* wird gewaschen, getrocknet, geglüht und gewogen.

2) Aus der alkalischen, vom Eisenoxyd getrennten Lösung wird durch Zusatz von Essigsäure bis zur schwachsauren Reaktion die *phosphorsaure Thonerde* gefällt, und nach der Trennung und dem Glühen als Al^2O^3,PO^5 in Rechnung gebracht.

3) Der Rest der Phosphorsäure (nämlich die an Eisenoxyd gebunden gewesene Phosphorsäure) wird aus der von phosphors. Thonerde getrennten Flüssigkeit durch Chlorbarium und Ammoniak gefällt. Der geglühte Niederschlag besteht nahezu aus $8BaO,3PO^5$, enthält aber unter Umständen etwas Chlorbaryum, und wenn die Kalilauge nicht frei war von Kohlensäure und Schwefelsäure, auch kohlensauren und schwefelsauren Baryt. Man reinigt ihn, wie oben (bei der Analyse des wässrigen Auszugs) angegeben wurde.

b) Weitere Analyse der von phosphorsaurem Eisenoxyd und der phosphorsauren Thonerde befreiten sauren Lösung der Asche.

1) *Fällung der an Kalk und Talkerde gebundenen Phosphorsäure.* Zu der Flüssigkeit fügt man eine Auflösung von Eisenoxyd (bereitet durch Behandlung *eines* Gramm reinen Eisendrahts mit Königswasser), dann soviel kohlensaures Natron, dass die Flüssigkeit eine braunrothe Farbe bekommt, aber noch klar bleibt, und erhitzt zum Sieden. Alles zugemischte Eisenoxyd (aus 1 Grm. Eisen entstehen 1,4285 Grm. Eisenoxyd) scheidet sich dabei wieder als essigsäurehaltiges Eisenoxydhydrat ab und reisst alle vorhandene Phosphorsäure mit sich nieder. Durch ein Filter von der siedendheissen Flüssigkeit geschieden, ausgewaschen, getrocknet und geglüht, bekommt man dasselbe als *phosphorsäurehaltiges* Eisenoxyd. Durch Abzug des Eisenoxyds (1,4285 Grm.) von dem Gewicht

des phosphorsäurehaltigen Eisenoxyds erfährt man die Menge der Phosphorsäure.

2) *Fällung des Kalks* aus der phosphorsäurefreien schwachsauren Lösung durch oxalsaures Kali; Glühung des erhaltenen oxalsauren Kalks, Wägen des hinterbleibenden kohlensauren Kalks; Auflösung desselben in kalter, sehr mit Wasser verdünnter Salpetersäure, wobei etwa vorhandenes *Manganoxydoxydul* als schwarzbraunes Pulver hinterbleibt. Prüfung desselben durch Glühen mit Soda auf dem Platinblech.

3) *Fällung der Talkerde* aus der kalkfreien Lösung durch überschüssiges *Ammoniak* und phosphorsaures Natron; der gesammelte, mit ammoniakhaltigem Wasser gewaschene Niederschlag hinterlässt nach dem Glühen phosphorsaure Talkerde, worin sich 38 Proc. reine Talkerde finden.

Bemerkung zu 2 und 3. Anstatt durch oxalsaures Kali und phosphorsaures Natron-Ammoniak können der Kalk, das Manganoxyd und der grösste Theil der Talkerde durch Kochen mit überschüssigem *kohlensauren Natron* gefällt werden. Den getrockneten und geglühten Niederschlag löst man in kalter verdünnter Salpetersäure, wo *Manganoxydoxydul* unlöslich hinterbleibt. Aus der Kalk- und Talkerdelösung fällt man nun durch oxalsaures Kali den Kalk, darauf die Talkerde durch Ammoniak und phosphorsaures Natron. In der mit kohlensaurem Natron gefällten Flüssigkeit bleibt noch eine kleine Menge Talkerde zurück; sie wird ebenfalls durch Ammoniak und phosphorsauren Natron niedergeschlagen.

Quantitative Bestimmung des Kalis in der Holzasche und Pottasche.

a) 5 Grm. frischgeglühte Asche übergiesst man mit Wasser, erhitzt $\frac{1}{4}$ Stunde lang, bringt auf ein Filter und wäscht den Filterinhalt so lange mit Wasser, bis die durchlaufende Flüssigkeit das Curcumapapier nicht mehr bräunt. Die Lauge dampft man in einer Porzellanschale auf ein kleines Volum ein, vermischt sie mit Weinsäure bis zur starksauren Reaktion, fügt dem Gewicht ein gleiches Volum Spiritus hinzu und lässt einige Stunden stehen. Von dem auskrystallisirten sauren weinsauren Kali entfernt man

die klar überstehende Flüssigkeit durch Abgiessen, bringt die Krystalle auf ein gewogenes Filter, wäscht sie hier mit etwas Spiritus und trocknet dieselben bei gelinder Wärme.

Ein Gewichtstheil der erhaltenen Krystalle enthält 0,25 Gew.-Thle. reines Kali und dieses entspricht 0,367 Gew.-Thlen. kohlensauren Kali.

b) Ist statt der Holzasche *Pottasche* zur Untersuchung gegeben, so wendet man 1 Grm. frischgeglühte Pottasche zur Analyse an, löst sie im Wasser, filtrirt, concentrirt die Lösung durch Abdampfen, und verfährt damit ebenso wie mit der Holzaschenlauge.

Quantitative Bestimmung der leichtlöslichen Salze der Holzaschen.

5 Gramme frischgeglühte Asche übergiesst man in einem Kochfläschchen von bekanntem Gewicht mit 60 Grm. Wasser, erhält das Gemisch $\frac{1}{4}$ Stunde lang im Sieden, lässt etwas erkalten und ersetzt genau das verdunstete Wasser. Man bringt die gut umgeschüttelte Flüssigkeit auf ein Filter, und bedeckt, um die Verdunstung zu verhüten, den Trichter mit einer Glasplatte. Von der durchgelaufenen Flüssigkeit bringt man 10 Grm. in ein Porzellanschälchen von bekanntem Gewicht und verdampft sie darin zur völligen Trockenheit. Aus der Gewichtszunahme der Schale erfährt man die Menge p der löslichen Salze in 10 Grm. der Lösung. Daraus ergiebt sich die Menge des Wassers in 10 Grm. der Lösung zu (10 — p) Grm.; folglich auch die Menge P der in 5 Grm. Asche vorhandenen löslichen Salze aus der Proportion $(10 - p) : p = 60 : P$ und $P = \frac{60\,p.}{10 - p}$. Bei Anwendung dieser Bestimmungsmethode umgeht man das lästige Auswaschen der Asche.

Das Gemenge der leichtlöslichen Bestandtheile der Holzasche führt im Handel den Namen *Pottasche.*

Quantitative Bestimmung der Kohlensäure in der Pottasche.

1 Gramm frischgeglühte Pottasche oder ebenso viel wasserfreier Salzrückstand von der Auslaugung irgend einer Holz-

asche wird in einem genau gewogenen Porzellanschälchen mit Essigsäure übergossen. Nachdem das Aufbrausen nachgelassen hat und auf neuen Zusatz von Essigsäure kein Aufbrausen mehr zu bemerken ist, wird die Flüssigkeit, welche noch stark sauer reagiren muss, zur Trockne verdampft und eine Zeit lang bei einer Temperatur erhalten, in welcher der Salzrückstand ruhig schmilzt. Diese Temperatur darf jedoch lange nicht die Glühhitze erreichen, weil bei dieser das entstandene essigsaure Kali zersetzt werden würde. Man bringt das Porzellanschälchen sammt Inhalt noch warm auf die Wage, und bestimmt während des Erkaltens das Gewicht desselben. Wollte man dasselbe nach dem Erkalten der Luft ausgesetzt stehen lassen, so würde das Salz rasch Feuchtigkeit anziehen und die Gewichtsbestimmung würde zu hoch ausfallen.

Setzt man die Menge der trocknen Pottasche $= K$; die Menge des daraus entstandenen essigsauren Salzes $= E$, so ist die Menge der ausgetriebenen Kohlensäure $= 0{,}7586\,(E - K)$.

Für 1 Gramm geglühte Pottasche ist $K = 1$; folglich die Menge der darin vorhandenen Kohlensäure $= 0{,}7586\,(E - 1)$.

Diese Bestimmungsmethode gründet sich auf die ungleichen Aequivalente der Essigsäure und Kohlensäure. In der Pottasche findet sich *einfach-kohlensaures Kali* $= KO, CO^2 = 47$ Kali mit 22 Kohlensäure verbunden. Durch Essigsäure unter den angegebenen Bedingungen zersetzt, entsteht *einfach-essigsaures Kali* $= KO, C^4H^3O^3 = 47$ Kali mit 51 Essigsäure vereinigt. Einer Gewichtszunahme von $51 - 22 = 29$ muss sonach einer Abscheidung von 22 Gewichtstheilen Kohlensäure entsprechen; einer Gewichtszunahme von 1 Gramm entsprechen also

$$\frac{22 \cdot 1}{29} = \frac{22}{29} = 0{,}7586 \text{ Kohlensäure.}$$

Die Gewichtszunahme erfährt man durch Subtraction der angewandten Pottasche (K) von dem erhaltenen essigsauren Kali (E). Die Menge der Kohlensäure ist sonach $= 0{,}7586\;(E - K)$; denn $1 : 0{,}7586 = (E - K) : x$ und

$$x = \frac{0{,}7586\,(E - K)}{1} = 0{,}7586\;(E - K).$$

Auf gleiche Weise lässt sich in dem geglühten *kohlensauren Natron* die Menge der Kohlensäure ermitteln.

Hat man sich durch qualitative Analyse überzeugt, dass in einer Pottasche oder in dem wässrigen Auszug der Holzasche kein Natron vorkommt, so kann aus der gefundenen Kohlensäuremenge die Quantität des kohlensauren Kalis berechnet werden. Die gefundene Menge der Kohlensäure sei x, so ist die Menge des kohlensauren Kalis oder y = 3,1363 x; denn $CO^2 : KO, CO^2 = x : y$ oder $22 : 47 + 22 = x : y$; folglich

$$y = \frac{69\,x}{22} = 3{,}1363\ x.$$

Beispiel:

1,143 Grm. geglühtes einfach-kohlensaures Kali aus Weinstein (sogenanntes *Sal tartari*, Weinsteinsalz) mit Essigsäure zersetzt, gaben 1,610 Grm. essigsaures Kali.

Hier ist E = 1,610; K = 1,143; folglich E — K = 1,610 — 1,143 = 0,467 Grm. Gewichtszunahme; folglich die Kohlensäuremenge 0,7586 . 0,467 = 0,35427 Grm. Kohlensäure = 3,1363 . 0,35427 = 1,111 Grm. kohlensaures Kali = 97,21 Proc. kohlensaures Kali. Der Rest des Weinsteinsalzes bestand aus kieselsaurem und schwefelsaurem Kali, nebst Chlorkalium.

Bestimmung der Schwefelsäure in den Aschen.

Sie wird genau so vorgenommen, wie die Bestimmung dieser Säure im Gypse; nur nimmt man 10 Gramme geglühte Asche und höchstens 2 Grm. kohlensaures Kali, die man mit 60 Grm. Wasser übergiesst und ¼ Stunde lang zusammen kochen lässt.

Bestimmung der löslichen Kieselerde, des Kalks, der Talkerde, der Phosphorsäure in den Aschen.

a) 5 Gramm frischgeglühte Asche werden mit Salzsäure gekocht; die starksauer reagirende Flüssigkeit wird zur Trockne verdampft, und der Rückstand wieder in verdünnter Salzsäure und etwas Salpetersäure gelöst. Die mit Wasser verdünnte Lösung wird filtrirt, mit kohlensaurem Natron soviel als möglich neutralisirt, ohne dass Fällung entsteht, sodann mit essigsaurem Natron und etwas Eisenchlorid vermischt, bis das Gemisch eine hell-

rothbraune Farbe besitzt und das Ganze zum Sieden erhitzt. Der Niederschlag (phosphorsaures Eisenoxyd und phosphorsaure Thonerde) wird auf einem Filter gesammelt und die durchgelaufene Flüssigkeit zur Bestimmung des Kalks und der Talkerde benutzt. Man fällt aus der sauren Flüssigkeit den Kalk durch eine genügende Menge von oxalsaurem Kali und schlägt aus der kalkfreien Flüssigkeit die Talkerde durch phosphorsaures Natron und Ammoniak nieder. Die Berechnung des Kalks und der Talkerde aus den erhaltenen geglühten Niederschlägen geschieht wie bei der Analyse der Kalksteine (siehe diese S. 341). Dem erhaltenen oxalsauren Kalk kann etwas Manganoxydul beigemengt sein.

b) Zur Bestimmung der *Kieselerde* wird der unter *a.* erhaltene, in Salzsäure unlösliche Theil der Asche an der Luft so lange geglüht, bis er eine weisse oder röthliche Farbe angenommen hat. Dann kocht man den gewogenen Glührückstand mit wässrigem kohlensauren Natron, sammelt das Ungelöste auf einem gewogenen Filter, wäscht gut aus, trocknet, glüht und wägt. Der Verlust, welchen der Glührückstand bei der Behandlung mit kohlensaurem Natron erfährt, wird als lösliche Kieselerde in Rechnung gebracht.

c) Zur Bestimmung der *Phosphorsäure* kocht man den unter *a.* erhaltenen, frischgefällten Niederschlag von phosphorsaurem Eisenoxyd und phosphorsaurer Thonerde in einer Porzellanschale mit Kalilauge, filtrirt und wäscht das abgeschiedene Eisenoxyd gut aus. Das alkalische Filtrat vermischt man bis zur deutlichen Reaktion mit Essigsäure und fügt dem Gemisch tropfenweise *Alaunlösung* hinzu, bis der entstandene Niederschlag nicht mehr an Menge zunimmt.

Der Niederschlag wird gesammelt, gut gewaschen, getrocknet und nach dem Glühen gewogen. Er besitzt die Formel Al^2O^3, PO^5 (einfach-phosphorsaure Thonerde); 1 Gramm desselben enthält 0,5837 Gramm Phosphorsäure.

Gehalt einer wässrigen Auflösung des einfach-kohlensauren Kalis an trocknem Salz bei bekanntem specifischen Gewichte der Lösung; nach Tünnermann.

Temperatur 15⁰ C.

Spec. Gew.	Procente an KO, CO²	Spec. Gew.	Procente an KO, CO²	Spec. Gew.	Procente an KO, CO²
1,4812 .	40,504	1,3177 .	26,432	1,1282 .	11,748
1,4750 .	40,139	1,3078 .	25,454	1,1166 .	10,769
1,4626 .	39,160	1,2980 .	24,475	1,1052 .	9,790
1,4504 .	38,181	1,2836 .	23,496	1,0940 .	8,811
1,4384 .	37,202	1,2694 .	22,517	1,0829 .	7,832
1,4265 .	36,223	1,2554 .	21,538	1,0719 .	6,853
1,4147 .	35,244	1,2417 .	20,539	1,0611 .	5,874
1,4030 .	34,265	1,2282 .	19,580	1,0505 .	4,895
1,3915 .	33,286	1,2150 .	18,601	1,0401 .	3,916
1,3803 .	32,307	1,2020 .	17,622	1,0299 .	2,934
1,3692 .	31,328	1,1892 .	16,643	1,0108 .	1,958
1,3585 .	30,349	1,1766 .	15,664	1,0098 .	0,979
1,3480 .	29,360	1,1642 .	14,685	1,0048 .	0,489
1,3378 .	28,391	1,1520 .	13,706		
1,3277 .	27,412	1,1400 .	12,727		

(*L. Gmelin* Handb. der Chemie. 4. Aufl. 2. Band. S. 22.)

Analyse der Knochenasche.

a) *Bestimmung der in Salzsäure unlöslichen Theile: Kohle, Thon, Sand.*

2 Grm. frischgeglühte Knochenasche werden in einem Kochfläschchen mit Salzsäure so lange erwärmt, bis sich nichts mehr auflösen will. Das Ungelöste (Kohle, Thon und Sand) wird auf einem gewogenen Filter gesammelt, gut ausgewaschen, getrocknet und gewogen.

b) *Bestimmung des phosphorsauren Eisenoxyds.*

Die unter a) erhaltene filtrirte, salzsaure Lösung wird mit *Ammoniak* alkalisch gemacht, mit *Essigsäure* wieder angesäuert, das ungelöst bleibende phosphorsaure Eisenoxyd auf einem gewogenen Filter gesammelt, gut gewaschen. nach dem Trocknen und Glühen gewogen. Es hat die Formel Fe^2O^3,PO^5.

c) *Bestimmung des Kalks.*

Die unter b) vom phosphorsauren Eisenoxyd getrennte Lösung wird durch *oxalsaures Kali* gefällt; der gesammelte, getrocknete, oxalsaure Kalk hinterlässt beim schwa- Rothglühen kohlensauren Kalk = CaO,CO^2; 1 Gew.-Th. desselben enthält 0,56 Gew.-Th. reinen Kalk.

d) *Bestimmung der Talkerde.*

Die unter c) vom oxalsauren Kalk getrennte Lösung wird mit *Ammoniak* alkalisch gemacht. Nach 24stündigen Stehen sammelt man die abgeschiedene phosphorsaure Ammoniak-Talkerde, wäscht sie mit *ammoniakalischen* Wasser, trocknet und glüht dieselbe. Der Glührückstand ist $2 MgO,PO^3$; 1 Theil derselben enthält nach *Wackenroder* 0,38 Theile reine Talkerde.

e) *Bestimmung der an Kalk und Talkerde gebundenen Phosphorsäure.*

Zu der unter d) von der Talkerde befreiten alkalischen Flüssigkeit giesst man ein klares Gemisch aus schwefelsaurer Talkerde, Salmiak und Aetzammoniak, lässt 24 Stunden stehen, sammelt die phosphors. Ammoniak-Talkerde, wäscht sie mit ammoniakhaltigen Wasser, trocknet und glüht. Der Glührückstand ist $2 MgO,PO^5$. 1 Theil derselben enthält 0,62 Gew.-Th. Phosphorsäure.

f) *Kohlensäure*, *Fluor*, *Schwefel*, *Schwefelsäure und Kochsalz* sind in unbedeutenden Mengen vorhanden; man bestimmt sie aus dem Verluste. Die Schwefelsäure kann durch Kochen von 2 Grammen Knochenasche mit 2 Grm. kohlens. Kali und 60 Grammen Wasser wie beim Gyps bestimmt worden. (Siehe bei letzterem.)

Zusammensetzung der Knochenasche; nach *Heintz*.

Ochsenknochenasche.		Hammelknochenasche.		
83,07	—	84,39	Proc.	phosphorsauren Kalk = $3 CaO, PO^5$
2,98	—	2,15	„	phosphorsaure Talkerde = $3 MgO, PO^5$
10,07	—	9,42	„	kohlensauren Kalk = CaO, CO^2
3,88	—	4,04	„	Fluorcalcium = CaF.
100,00		100,00		

Die eigentliche Knochenmasse ist nach *Heintz* von *Chlorverbindungen*, *schwefelsauren Salzen* und *Eisen* völlig frei; diese Stoffe finden sich aber in den, die Knochen durchtränkenden Flüssigkeiten und bleiben beim Einäschern der Knochen bei der Asche zurück.

Die fettfreien bei 150° C. getrockneten Knochen fand *Heintz* wie folgt zusammengesetzt

Ochsenknochen.		Hammelknochen	(bei beiden die compactesten Theile des Femur).
37,46	—	40,00	Proc. Kalk = CaO
0,97	—	0,74	„ Talkerde = MgO
27,89	—	29,64	„ Phosphorsäure = PO^5
3,10	—	3,08	„ Kohlensäure = CO^2
30,58	—	26,54	„ Verlust (organ. Substanz, Fluor, Wasser).
100,00		100,00	

Oder als Salze berechnet und mit *Berzelius* Analyse der Ochsenknochen verglichen.

Ochsenknochen, n. *Berzelius.*		Ochsenknochen, n. *Heintz.*		Hammelknochen, n. *Heintz.*	
57,35	—	58,30	—	62,70	Proc. phosphors. Kalk (bei *Berzelius* Analyse schliesst derselbe etwas Fluorcalcium ein).
2,05	—	2,09	—	1,59	„ phosphorsaure Talkerde.
3,85	—	7,07	—	7,00	„ kohlensaurer Kalk.
3,45	—	0	—	0	„ Natron mit wenig Kochsalz.
0	—	1,96	—	2,17	„ reinen Kalk.
33,30	—	30,58	—	26,54	„ organ. Substanzen (Knorpel, leimgebende Substanz, Gefässe).
100,00	.	100,00		100,00	

In der Analyse von Berzelius sind der phosphorsaure Kalk und die phosphorsaure Talkerde = 8 CaO, 3 PO^5 und 8 MgO, 3 PO^5 gesetzt; in der Analyse von *Heintz* = 3 CaO,PO^5 und 3 MgO,PO^5.

Analyse des Guano.

Zur Beurtheilung der Güte des Guanos und seines Werthes als Düngemittel reicht es hin, die Mengen der darin vorkommenden *phosphorsauren Salze*, die Mengen des *Ammoniaks* und der *Harnsäure* zu bestimmen; diesen Hauptbestimmungen schliessen sich als wichtige Nebenbestimmungen die Ermittelung der im *Wasser löslichen*, der *feuerbeständigen* und der *flüchtigen Substanzen*, die Bestimmungen des *Kalis*, *Kalks* und der *Talkerde* an.

a) *Flüchtige und feuerbeständige Substanzen.*

5 Grm. Guano werden im offenen hessischen Tiegel unter öfterem Umrühren mit einem Kupferdraht oder Glasstab so lange roth geglüht, bis der Rückstand nach dem Erkalten eine weisse, graue oder röthliche (keine schwarze, von Kohle herrührende) Farbe besitzt. Man bestimmt sein Gewicht; der Gewichtsverlust besteht aus *Wasser*, *Ammoniaksalzen* (kohlensaurem, schwefelsaurem, salzsaurem, oxalsaurem, harnsaurem Ammoniak), *Oxalsäure* (des oxalsauren Ammoniaks, oxalsauren Kalks), *Huminsäure*, *unlöslichen organischen Resten* und *Kohlensäure* (aus der kohlensauren Talkerde und dem kohlensauren Kalk).

Der Glührückstand enthält *Kalk*, *Talkerde* und *Eisenoxyd* an Phosphorsäure gebunden, kohlens. Kalk, reine Talkerde, schwefels. Kalk, *Kali* und *Natron* an Kohlensäure, Phosphorsäure und Schwefelsäure gebunden; Chlorkalium, Chlornatrium, Thon und Sand.

b) *Wasserbestimmung.*

1 Grm. Guano wird in einer unten verschlossenen, nicht zu engen Glasröhre, in siedender Kochsalzlösung so lange erhitzt, bis nichts Flüchtiges mehr hinweggeht. Von Zeit zu Zeit entfernt man das im oberen Theile der Röhre zu Tropfen verdichtete Wasser und prüft, besonders zu Anfang des Erhitzens, mittelst eines Curcumapapiers auf entweichendes Ammoniak. Der Gewichtsverlust wird als *Wasser* (dem kleine Mengen von kohlens. Ammoniak beigemengt sein können) in Rechnung gebracht. Nach Abzug der Procente des Wassers von den Procenten des Glühver-

lustes erfährt man die Procente der übrigen flüchtigen Bestandtheile (organische Substanzen, Ammoniak und Kohlensäure).

c) *Ammoniak und Kali.*

5 Grm. aufs feinste zerriebenen Guano übergiesst man in einem Kochfläschchen mit 30 Grm. kalten Wasser, bringt einen Gramm feinzerriebenen, frischgebrannten *Kalk* hinzu, verschliesst sogleich das Glas und lässt das Gemisch 24 Stunde lang stehen, während welcher Zeit man dasselbe öfters tüchtig durchschüttelt. Die wieder klar gewordene Flüssigkeit giesst man in ein zweites Fläschchen und verstopft dasselbe ebenfalls. Auf den trüben Rückstand des ersten Gefässes bringt man aufs Neue 30 Grm. reines kaltes Wasser, schüttelt von Zeit zu Zeit gut um und bringt die geklärte Flüssigkeit zu dem ersten Auszug. Den Rest der Flüssigkeit nebst dem Schlamme spült man auf ein Filter und verdeckt den Trichter mit einer Glasplatte, um die Verdunstung des Ammoniaks zu verhüten. Sämmtliche alkalische Flüssigkeiten werden mit einander gemischt.

Der Zusatz des Kalks hat zum Zweck, die schwerlösliche phosphorsaure Ammoniak-Talkerde zu zersetzen, das Ammoniak derselben abzuscheideu und im Wasser leicht löslich zu machen. Gleichzeitig mit dem Ammoniak lösen sich auch Kali und Natronsalze, so wie etwas Aetzkalk auf.

Die eine Hälfte der Flüssigkeit neutralisirt man genau mit Salzsäure, filtrirt, falls sie etwas trübe sein sollte, vermischt das Filtrat mit etwas Platinchlorid, dampft auf ein kleines Volum ein und mengt mit dem gleichen Volum Weingeist. Die nach 12stündigem Stehen abgeschiedenen Krystalle (ein Gemenge aus Platinchlorid-Chlorammonium und Platinchlorid-Chlorkalium) sammelt man auf einem kleinen gewogenen Filter, wäscht sie mit etwas Weingeist, trocknet bei *gelinder* Wärme und bestimmt ihr Gewicht.

Die zweite Hälfte der Flüssigkeit behandelt man mit Kohlensäure um den Kalk als kohlens. Kalk zu fällen, dampft zur Trockne ein, löst den Rückstand in wenig Wasser, filtrirt, setzt zum Filtrat etwas Platinchlorid und vermischt das Ganze mit einem gleichen Volum Weingeist. Nach 12stündigem Stehen sammelt man den abgeschiedenen gelben krystallinischen Nieder-

schlag (*Platinchlorid-Chlorkalium*) auf einem gewogenen Filter, wäscht ihn mit etwas Weingeist, trocknet bei gelinder Wärme und wägt. 1 G.-Th. desselben = 0,19303 Gew.-Th. *Kali.* Das Gewicht des gefundenen Platinchlorid-Chlorkaliums, abgezogen von dem Gewicht des zuerst erhaltenen Gemenges (aus Platinchlorid-Chlorkalium und Platinchlorid-Chlorammonium) giebt als Rest das Gewicht des Platinchlorid-Chlorammoniums. 1 Gew.-Th. des letzteren = 0,07625 Gew.-Th. *Ammoniak.*

d) *Bestimmung der Harnsäure* ($C^5H^2N^2O^3$).
5 Grm. Guano werden mit 30 Grm. Kalilauge $\frac{1}{4}$ Stunde lang gekocht; die Flüssigkeit wird mit ihrem doppelten Volum Wasser vermischt, filtrirt und das Ungelöste mit Wasser ausgewaschen. Zu der filtrirten Flüssigkeit fügt man Salzsäure bis zur schwachen Röthung des Lacmuspapiers, erhitzt das Gemisch zum Sieden, lässt ruhig erkalten, sammelt die ausgeschiedene Harnsäure auf einem gewogenen Filter, wäscht mit Wasser und trocknet sie bei gelinder Wärme. Sie ist meistens von Huminsäure bräunlich gefärbt.

e) *Bestimmung der feuerbeständigen leichtlöslichen Salze.*
Eine gewogene Menge des unter a) erhaltenen Glührückstands (höchstens 2 Grm.) wird mit Wasser ausgekocht, die Lösung filtrirt und in einer gewogenen Porzellanschale zur Trockne verdampft. Aus der Gewichtszunahme der Schale erfährt man die Menge der feuerbeständigen löslichen Salze. Man untersucht die Lösung qualitativ auf Kali, Natron, Kalk, Talkerde, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Salzsäure.

f) *Bestimmung der phosphorsauren Salze.*
1) Eine gewogene Menge des geglühten Guano (etwa 2 Grm.) wird in verdünnter Salzsäure aufgelöst (unter Vermeidung eines zu grossen Ueberschusses der letzteren); die filtrirte Lösung vermischt man mit Ammoniak bis zur alkalischen Reaktion, darauf mit etwas Chlorammonium, lässt einige Stunden ruhig stehen und sammelt alsdann den Niederschlag auf einem gewogenen Filter, wäscht gut mit Wasser, trocknet, glüht und wägt. Der geglühte Niederschlag

enthält Kalk, Talkerde, Thonerde und Eisenoxyd an Phosphorsäure gebunden, zuweilen überschüssiges Eisenoxyd, überschüssige Thonerde und etwas Kieselerde. In den meisten Fällen reicht es hin, die Gesammtmenge dieser Substanzen zu bestimmen und dann nur eine qualitative Analyse mit dem gewogenen Niederschlage vorzunehmen.

2) Will man die Phosphorsäure genauer bestimmen, so verfährt man mit etwa 2 Grm. geglühten Guano genau so, wie bei der qualitativen Analyse der Knochenasche. Der Niederschlag, welcher beim Vermischen der salzs. Guanolösung mit Ammoniak und Wiederauflösen in Essigsäure zurückbleibt, ist nicht allein phosphorsaures Eisenoxyd wie bei der Knochenasche, sondern enthält noch etwas phosphors. Thonerde.

g) *Kalk- und Talkerdebestimmung* geschieht ebenfalls wie bei der Knochenerdeanalyse.

Zusammensetzung des amerikanischen Guano.

Denham Smith fand in drei verschiedenen Sorten desselben:

1) 15—81 *Procent in kaltem Wasser lösliche Salze;* diese bestanden aus phosphorsauren, schwefels., salzs., oxals. und humins. Salzen des Ammoniaks, Kalis, Natrons und Kalks (letzterer in geringer Menge).

2) 0,25—19 Procent in kaltem Wasser sehr schwerlösliche, in *heissem Wasser leichter lösliche Salze;* diese bestanden aus harns. Ammoniak, phosphors. Ammoniak-Talkerde und kleinen Mengen von phosphors. Kalk.

3) 18—82 Procent in kaltem und heissem Wasser *unlösliche Substanzen;* diese bestanden aus phosphors. Kalk, phosphors. Talkerde, oxals. Kalk, Thon, Sand, Vermoderungsprodukten organischer Substanzen.

Die *einzelnen Substanzen* waren in folgenden Mengen vorhanden:

1) *Wasser* : 8; 24—27 Proc.

2) *Ammoniaksalze* : 3; 8—32,3 Proc.

3) *Kali- und Natronsalze* : 7; 19—68 Proc.

4) *Phosphorsaure Salze* : 21; 29—72 Proc.; darunter 6: 20—40 Proc. phosphors. Kalk; in einer Probe fanden sich sogar 68 Proc. des letztern.

5) *Oxalsaure Salze* (oxalsaures Ammoniak und oxals. Kalk) 10—15 Proc.

6) *Harnsäure* und *harnsaures Ammoniak* 2,5 — 18 Proc.

7) *Thon* und *Sand* (fremdartige Beimengungen) 0,5 — 2 Procent.

Analyse einer Metalllegirung,
bestehend aus Zinn, Blei, Wismuth, Kupfer und Zink.

a) Bestimmung des Zinns.

3 Gramme der Legirung wurden mit der Zange in kleine Stücken zerknippen, diese in einem Kochfläschchen mit Salpetersäure übergossen, worin sie sich unter Entwickelung gelbrother Dämpfe (salpetriger Dämpfe) theils lösten, theils in ein weisses Pulver verwandelten. Während der Auflösung wurde das Gefäss unter den Rauchfang eines gut ziehenden Schornsteins gestellt, damit die schädlichen Dämpfe der Untersalpetersäure rasch entweichen konnten. Nachdem die Entwickelung der Dämpfe nachgelassen hatte, wurde die Lösung mit dem Niederschlage so lange gekocht, bis die entweichenden Dämpfe völlig farblos waren. Dem Inhalte des Kochfläschchens wurden 2 Grm. Essigsäure hinzugefügt, um die Fällung des Wismuthoxyds beim darauf folgenden Verdünnen mit Wasser zu verhindern. Das mit etwas Wasser verdünnte Gemisch wurde auf ein gewogenes Filter gebracht und das darauf sitzende Zinnoxyd gut ausgewaschen. Es betrug getrocknet 0,72 Grm. Davon hinterliessen 0,69 Grm. nach schwachem Glühen im *hessischen Tiegel* 0,62 Grm. Zinnoxyd $= SnO^2$.

I. $0{,}69 : 0{,}62 = 0{,}72 : x$ und $x = \frac{0{,}62 \,.\, 0{,}72}{0{,}69} = 0{,}647$ Grm. Zinnoxyd.

II. $SnO^2 : Sn = 0{,}647 : x$ oder $74 : 58 = 0{,}647 : x$ und

$$x = \frac{58 \,.\, 0{,}647}{74} = 0{,}5071 \text{ Grm. metallisches Zinn.}$$

III. $3 : 0{,}5071 = 100 : x$ und $x = \frac{50{,}71}{3} = 16{,}903$ Procent *Zinn.*

b) Bestimmung des Bleis.

Die vom Zinnoxyd abfiltrirte Flüssigkeit wurde mit verdünnter Schwefelsäure vermischt, so lange noch ein weisser Niederschlag (schwefels. Bleioxyd) entstand. Dieser wurde auf einem gewogenen Filter gesammelt, gut ausgewaschen und getrocknet. Seine Menge betrug 2,36 Grm.

Davon gaben 2,25 Grm. nach schwachem Glühen im hessischen Tiegel 2,16 Grm. reines schwefelsaures Bleioxyd $= PbO, SO^3$.

I. $2{,}25 : 2{,}16 = 2{,}36 : x$ und $x = \frac{2{,}16 . 2{,}36}{2{,}25} = 2{,}265$ Grm. schwefels. Bleioxyd.

II. $PbO,SO^3 : Pb = 2{,}265 : x$ oder $151{,}6 : 103{,}6 = 2{,}265 : x$ und $x = \frac{103{,}6 . 2{,}265}{151{,}6} = 1{,}5483$ Grm. metallisches Blei.

III. $3 : 1{,}5483 = 100 : x$ und $x = \frac{100 . 1{,}5483}{3} = \frac{154{,}83}{3}$ $= 51{,}61$ Proc. *Blei.*

c) Bestimmung des Wismuths und Kupfers.

In die vom schwefelsauren Bleioxyde abfiltrirte saure Flüssigkeit wurde so lange Schwefelwasserstoffgas (mittelst Schwefeleisen und verdünnter Schwefelsäure entwickelt) geleitet, bis keine Fällung mehr dadurch bewirkt wurde und die Flüssigkeit einen starken Geruch nach Schwefelwasserstoff besass. Der schwarze Niederschlag (Schwefelkupfer und Schwefelwismuth) wurde auf einem ungewogenen Filter gesammelt, rasch mit Schwefelwasserstoffwasser ausgewaschen, noch feucht vom Filter genommen und in Königswasser wieder aufgelöst. Das getrocknete Filter wurde zwischen der Zange über einer Porzellantasse verbrannt, die Asche zur salpetersalzsauren Lösung gefügt und die klare Flüssigkeit mit Aetzammoniak bis zur starken alkalischen Reaktion vermischt. Der weisse Niederschlag (Wismuthoxydhydrat) wurde auf einem gewogenen Filter gesammelt, gut ausgewaschen und getrocknet. Seine Menge betrug 0,51 Grm. Davon gaben 0,41 Grm. nach sehr gelindem Glühen im hessischen Tiegel 0,37 Gramm gelbes Wismuthoxyd $= BiO^3$.

I. $0,41 : 0,37 = 0,51 : x$ und

$$x = \frac{0,37 \cdot 0,51}{0,41} = 0,4602 \text{ Grm. } BiO^3.$$

II. $BiO^3 : Bi = 0,4602 : x$ oder $237 : 213 = 0,4602 : x$

und $x = \frac{213 \cdot 0,4602}{237} = 0,4136$ Grm. metallisches Wismuth.

III. $3 : 0,4136 = 100 : x$ und

$$x = \frac{100 \cdot 0,4136}{3} = \frac{41,36}{3} = 13,787 \text{ Proc. } \textit{Wismuth}.$$

Aus der vom Wismuthoxydhydrat getrennten, blaugefärbten, ammoniakalischen Kupferlösung, wurde das Kupfer durch Einleiten von Schwefelwasserstoffgas als schwarzes Schwefelkupfer gefällt. Die über dem Niederschlag befindliche Flüssigkeit hatte (wegen Bildung von mehrfach Schwefelammonium) eine gelbe Farbe angenommen. Das Schwefelkupfer wurde rasch abfiltrirt, mit Schwefelwasserstofflösung ausgewaschen und scharf getrocknet. Es wurden 0,23 Grm. Schwefelkupfer $= CuS$ erhalten.

I. $CuS : Cu = 0,23 : x$ oder $47,72 : 31,72 = 0,23 : x$

und $x = \frac{31,72 \cdot 0,23}{47,72} = 0,1529$ Grmm metallisches Kupfer.

II. $3 : 0,1529 = 100 : x$ und $x = \frac{15,29}{3} = 5,097$ Proc. *Kupfer*.

Da sich das Schwefelkupfer während des Auswaschens an der Luft schnell oxydirt, so kann die Kupferbestimmung leicht ungenau werden, wenn der feuchte Niederschlag längere Zeit der Luft ausgesetzt bleibt. Zur Controlle löst man das Schwefelkupfer in concentrirter heisser Salpetersäure auf, kocht die filtrirte Lösung mit überschüssiger Kalilauge bis die blaue Farbe des Niederschlags verschwunden und der letztere schwarz geworden ist (bis das blaue Kupferoxydhydrat zu schwarzem Kupferoxyd geworden ist), sammelt das Kupferoxyd auf einem gewogenen Filter, trocknet und glüht. Aus dem erhaltenen Kupferoxyd $= CuO$ berechnet man die Menge des Kupfers. Setzt man die Menge des Niederschlags $= n$, so ist die Menge des darin enthaltenen metallischen Kupfers oder $x = \frac{31,72 \cdot n}{39,72}$ (denn

$CuO : Cu = n : x$ oder $39{,}72 : 31{,}72 = n : x$; folglich
$x = \frac{31{,}72 \,.\, n}{39{,}72}$).

d) Bestimmung des Zinks.

Die vom Schwefelkupfer und Schwefelwismuth getrennte saure Flüssigkeit wurde bis zum Verschwinden des Geruchs nach Schwefelwasserstoff in einer Porzellanschale gekocht, dann mit kohlens. Natron bis zur alkalischen Reaktion vermischt und abermals $^1/_4$ Stunde lang gekocht. Der Niederschlag, gewässertes kohlensaures Zinkoxyd, wurde auf einem gewogenen Filter gesammelt, gut ausgewaschen und getrocknet. Sein Gewicht betrug 0,56 Grm. Davon gaben 0,44 Gramm nach dem Glühen 0,36 Gramm weisses Zinkoxyd $= ZnO$.

I. $0{,}44 : 0{,}36 = 0{,}56 : x$ und

$$x = \frac{0{,}36 \,.\, 0{,}56}{0{,}44} = 0{,}458 \text{ Grm. Zinkoxyd.}$$

II. $ZnO : Zn = 0{,}458 : x$ oder $40{,}5 : 32{,}5 = 0{,}458 : x$

und $x = \frac{32{,}5 \,.\, 0{,}458}{40{,}5} = 0{,}36752$ Grm. metallisches Zink.

III. $3 : 0{,}36752 = 100 : x$ und

$$x = \frac{100 \,.\, 0{,}36752}{3} = \frac{36{,}752}{3} = 12{,}251 \text{ Proc. } \textit{Zink}.$$

e) Zusammenstellung.

100 Theile der analysirten Metallcomposition enthielten:

16,903	Proc.	Zinn, nach *a;*
51,610	„	Blei, nach *b;*
13,787	„	Wismuth, nach *c;*
5,097	„	Kupfer, nach *c;*
12,251	„	Zink, nach *d;*
99,648.		

Die Analyse des Messings, Glockenguts, der Legirungen aus Zinn und Blei geschehen auf ähnliche Weise.

Quantitative Analyse der Silbermünzen.

Die Silbermünzen sind Legirungen aus Kupfer und Silber; kleine Mengen von Eisen, mitunter Spuren von Gold begleiten die Hauptbestandtheile.

a) Man löst etwa 2 Grm. der zerschnittenen Münze in concentrirter Salpetersäure auf und schützt sich dabei vor den entweichenden giftigen, salpetrigen Dämpfen, indem man das Gefäss ins Freie, oder unter den Rauchfang des Schornsteins stellt. Waren Spuren von Gold zugegen, so bleiben dieselben als braunes, beim Drucke gelbes und metallisch glänzendes Pulver ungelöst zurück. Die klar filtrirte Flüssigkeit wird mit Salzsäure vermischt, bis zur völligen Abscheidung des Silbers in Form von weissem käsigen Chlorsilber. Dasselbe wird auf einem gewogenen Filter gesammelt, gut ausgewaschen und scharf getrocknet. 1 Grm. Chlorsilber = 0,7528 Grm. metallischen Silber. (Denn AgCl : Ag = 1 : x oder 143,46 : 108 = 1 : x und $x = \frac{108}{143,46} = 0,7528$.)

b) Die vom Chlorsilber getrennte Flüssigkeit enthält Kupferoxyd und Eisenoxyd gelöst. Man vermischt sie mit überschüssigem Ammoniak; alles Kupferoxyd bleibt gelöst und färbt die Flüssigkeit lasurblau, das Eisenoxyd bleibt ungelöst. Es wird auf einem gewogenen Filter gesammelt, rasch mit ammoniakhaltigen Wasser gewaschen, bis das Filter weder bläuliche noch grünliche Färbung, sondern nur einen bräunlichen Ueberzug (von Eisenoxyd) zeigt. Man trocknet, verbrennt das Filter zwischen der Zange, benetzt die Asche in der Platinschale mit einigen Tropfen Salpetersäure, glüht, bestimmt die Gewichtszunahme der Schale und zieht davon das Gewicht der Filterasche ab. Der Rest ist Eisenoxyd = Fe^2O^3; 1 G.-Th. desselben = 0,7 G.-Th. metallischen Eisen.

c) Aus der ammoniakalischen Kupferlösung fällt man, wie im vorhergehenden Beispiel angegeben wurde, durch Einleiten von Schwefelwasserstoffgas Schwefelkupfer und berechnet daraus das metallische Kupfer.

Analyse des Kupferkieses.

Der Kupferkies besitzt die Formel (Fe, Cu) $S^2 = FeS + CuS$, oder $\frac{Cu^2 S, Fe^2 S^3}{2} = CuS^{0,5}, FeS^{1,5}$ oder Anderthalbfach-Schwefeleisen-Halb-Schwefelkupfer.

a) Auflösung und theilweise Schwefelbestimmung.

4 Grm. höchst fein zerriebener Kupferkies wurden mit Königswasser 8 Tage lang *digerirt* (bei gelinder Wärme stehen gelassen). Trotz dieser langen Einwirkung der Säure war noch nicht aller Kupferkies aufgelöst; neben dem ausgeschiedenen, der Oxydation entschlüpften geschmolzenen *Schwefel* befand sich noch etwas unverändertes graues Kupferkiespulver. Das Ungelöste wurde auf einem gewogenen Filter gesammelt, gut ausgewaschen und bei *gelinder* Wärme getrocknet. Es betrug 1,30 Grm. (Kupferkies und ausgeschiedener Schwefel). 1,24 Grm. desselben gaben beim Erhitzen auf einem Porzellanscherben über der Spirituslampe 0,53 Grm. Rückstand (unveränderten Kupferkies); der Schwefel verflüchtigte sich und verbrannte dabei mit blauer Flamme zu schwefliger Säure; seine Menge betrug 1,24 — 0,53 = 0,71 Grm.

I. $1{,}24 : 0{,}53 = 1{,}30 : x$ und $x = \frac{0{,}53 \,.\, 1{,}30}{1{,}24} = 0{,}556$ Grm. *unveränderter Kupferkies.*

II. $1{,}24 : 0{,}71 = 1{,}30 : x$ und $x = \frac{0{,}71 \,.\, 1{,}30}{1{,}24} = 0{,}744$ Grm. *Schwefel.*

III. $4 - 0{,}556 = 3{,}444$ Grm. zersetzter Kupferkies, seine Bestandtheile sind theils in der Auflösung als *schwefelsaures Kupferoxyd* und *schwefelsaures Eisenoxyd* vorhanden, theils als Schwefel ausgeschieden.

IV. $3{,}444 : 0{,}744 = 100 : x$ und $x = \frac{100 \,.\, 0{,}744}{3{,}444} = \frac{74{,}4}{3{,}444}$ $= 21{,}628$ Proc. *Schwefel.*

b) Theilweise Schwefelbestimmuug aus der in Lösung befindlichen Schwefelsäure.

Die unter *a.* erhaltene filtrirte Lösung wurde in zwei gleiche Portionen getheilt. Jede Portion entsprach sonach

$\frac{3,444}{2} = 1,722$ Grm. Kupferkies. Die eine Hälfte der Lösung wurde mit Wasser verdünnt und mit Chlorbaryum vermischt, bis keine weitere Fällung von schwefelsaurem Baryt statt fand. Der gesammelte, gut gewaschene und getrocknete Niederschlag wog 1,90 Grm. Davon hinterliessen 1,47 Grm. nach dem Glühen 1,35 Grm. schwefelsauren Baryt = BaO, SO^3.

I. $1,47 : 1,35 = 1,90 : x$ und $x = \frac{1,35 \cdot 1,90}{1,47} = 1,7448$ Grm. *schwefelsaurer Baryt.*

II. $BaO, SO^3 : S = 1,7448 : x$ oder $116,64 : 16 = 1,7448 : x$ und $x = \frac{16 \cdot 1,7448}{116,64} = 0,23935$ Grm. Schwefel.

III. $1,722 : 0,23935 = 100 : x$ und $x = \frac{100 \cdot 0,23935}{1,722} = \frac{23,935}{1,722} = 13,90$ Proc. *Schwefel.*

c) Eisenbestimmung.

Die andere Hälfte der Lösung des Kupferkieses (ebenfalls 1,722 Gramm Kupferkies entsprechend) wurde mit Ammoniak im Ueberschuss vermischt. Der braune Niederschlag von Eisenoxydhydrat wurde auf einem gewogenen Filter gesammelt, mit ammoniakhaltigem Wasser gewaschen und getrocknet.

Es wurden 1,10 Grm. Eisenoxydhydrat erhalten. Davon gaben 1,02 Grm. nach dem Glühen 0,78 Grm. Eisenoxyd = Fe^2O^3.

I. $1,02 : 0,78 = 1,10 : x$ und $x = \frac{0,78 \cdot 1,10}{1,02} = 0,841$ Grm. Fe^2O^3.

II. $Fe^2O^3 : Fe^2 = 0,841 : x$ oder $80 : 56 = 0,841 : x$ und $x = \frac{56 \cdot 0,841}{80} = 0,5887$ Grm. metallisches Eisen.

III. $1,722 : 0,5887 = 100 : x$ und $x = \frac{100 \cdot 0,5887}{1,722} = \frac{58,87}{1,722} = 34,187$ Proc. *Eisen.*

d) Kupferbestimmung.

Die vom Eisenoxydhydrat unter *c.* abfiltrirte blaue ammoniakalische Kupferoxydlösung wurde mit Aetzkalilauge

vermischt, in einer Porzellanschale so lange gekocht, bis aller Ammoniakgeruch verschwunden, alles Kupferoxyd als schwarzes Pulver abgeschieden und die überstehende alkalische Flüssigkeit farblos geworden war. Das Kupferoxyd wurde auf einem gewogenen Filter gesammelt (eine kleine Menge desselben, welche an der Porzellanschale festsass, wurde mit wenig Salzsäure gelöst, durch Kalilauge gefällt und nach dem Kochen bis zur Abscheidung von schwarzem Kupferoxyd zu dem übrigen auf das Filter gegeben); es betrug nach scharfem Trocknen 0,74 Grm.

I. $CuO : Cu = 0{,}74 : x$ oder $39{,}72 : 31{,}72 = 0{,}74 : x$ und $x = \frac{31{,}72 . 0{,}74}{39{,}72} = 0{,}59095$ Grm. metallisches Kupfer.

II. $1{,}722 : 0{,}59095 = 100 : x$ und

$$x = \frac{0{,}59095 . 100}{1{,}722} = \frac{59{,}095}{1{,}722} = 34{,}318 \text{ Proc. } \textit{Kupfer.}$$

e) Zusammenstellung.

Die Gesammtmenge des Schwefels im Kupferkies beträgt 21,628 + 13,900 = 35,528 Procent.

100 Theile Kupferkies lieferten bei der Analyse:

34,187	Proc.	Eisen, nach *c.*
34,318	„	Kupfer, nach *d.*
35,528	„	Schwefel, nach *a.* und *b.*
104,033.		

Dieser bedeutende Ueberschuss macht die mitgetheilte Analyse zu einer ungenauen. Der Grund jenes Ueberschusses liegt theilweise in dem Umstande, dass bei der Bestimmung des Schwefels aus dem schwefelsauren Baryt dieser nach dem Glühen nicht weiter von einer gewissen Menge überschüssigen Baryts gereinigt wurde, welcher sich in dem getrockneten Niederschlage als salpetersaurer Baryt befand. Fällt man nämlich aus einer salpetersäure- und schwefelsäurehaltigen Flüssigkeit die Schwefelsäure durch Chlorbaryum, so schlägt sich salpetersäurehaltiger schwefelsaurer Baryt nieder. Um ihn von dem salpeters. Baryt zu befreien, muss derselbe nach dem Glühen mit Salzsäure ausgekocht, gut gewaschen, getrocknet und geglüht werden.

Ein zweiter Fehler dieser Analyse war die unvollständige Aufschliessung des Kupferkieses. Ein dritter Fehler lag in dem unvollkommenen Auswaschen des Eisenoxydhydrats.

Der krystallisirte Kupferkies von Ramberg besteht nach *Heinrich Rose* aus:

30,47	Proc.	Eisen,
34,40	„	Kupfer,
35,87	„	Schwefel,
0,27	„	Beimengungen von Kieselerdemineralien (Bergart).
101,01.		

Auf ähnliche Weise geschieht die Analyse des Eisenkieses $= FeS^2$; wegen Abwesenheit des Kupfers ist sie jedoch einfacher.

Prüfung des Essigs
auf seinen Gehalt an Essigsäure, auf Verunreinigungen und Verfälschungen.

1) *Bestimmung der Menge von Essigsäurehydrat* $= C^4H^3O^3,HO$ *im Essig.*

Sie geschieht durch Neutralisation einer gegebenen Menge wasserfreien kohlensauren Kalis oder wasserfreien kohlensauren Natrons, oder 10fach gewässerten kohlensauren Natrons durch den zu prüfenden Essig. Ein Mischungsgewicht dieser kohlensauren Salze erfordert ein Mischungsgewicht Essigsäure oder Essigsäurehydrat zur Neutralisation; in derjenigen Quantität Essig, welche ein Mischungsgewicht der angeführten kohlensauren Alkalien sättigt, findet sich ebenfalls ein Mischungsgewicht Essigsäure. Durch Formeln ausgedrückt:

a) KO,CO^2 braucht $C^4H^3O^3$ oder $C^4H^3O^3,HO$, um CO^2 zu verlieren und neutrales $KO,C^4H^3O^3$ zu bilden; oder $(39+8)+(6+2.8) = 69$ Gew.-Theile kohlensaures Kali werden durch $(4.6+3.1+3.8) = 51$ Gew.-Thle. wasserfreie Essigsäure oder durch $51+9 = 60$ Gew.-Thle. Essigsäurehydrat neutralisirt; dabei entweichen 22 Gew.-Thle. Kohlensäure und $47+51 = 98$ Gew.-Thle. neutrales essigsaures Kali bleiben gelöst.

b) NaO, CO^2 braucht $C^4H^3O^3$ oder $C^4H^3O^3, HO$, um CO^2 zu verlieren und neutrales $NaO, C^4H^3O^3$ zu bilden; oder $(23+8)+(6+2.8) = 53$ Gew.-Thle. wasserfreies kohlensaures Natron brauchen 51 Gew.-Thle. wasserfreie Essigsäure oder 60 Gew.-Thle. Essigsäurehydrat, um damit $31+51 = 82$ Gew.-Thle. neutrales essigsaures Natron zu bilden, wobei 22 Gew.-Thle. Kohlensäure entweichen.

c) $NaO, CO^2 + 10HO$ erfordert $C^4H^3O^3$ oder $C^4H^3O^3, HO$, um unter Verlust von CO^2 in $NaO, C^4H^3O^3$ überzugehen; oder $(31+22)+10.9 = 143$ Gew.-Thle. 10fach-gewässertes kohlensaures Natron bedürfen 51 Gew.-Thle. wasserfreie Essigsäure oder 60 Gew.-Thle. Essigsäurehydrat, um $31+51 = 82$ Gew.-Thle neutrales essigs. Natron zu bilden, unter Verlust von 22 Gew.-Thln. Kohlensäure.

Aus $60 : 143 = 1 : x$ ergiebt sich $x = \frac{143 . 1}{60} = \frac{143}{60}$ $= 2{,}383$; oder wenn 60 Gramme Essigsäurehydrat durch 143 Grm. 10fach-gewässertes kohlensaures Natron neutralisirt werden, so bedarf 1 Grm. Essigsäure 2,383 Grm. dieses Salzes zur Sättigung. Eine Quantität Essig, welche 2,383 Grm. 10fach-gewässertes einfach-kohlensaures Natron ($= NaO, CO^2 + 10HO$) sättigt, enthält mithin 1 Grm. Essigsäurehydrat ($= HO, C^4H^3O^3$).

Prüfung mittelst krystallisirter Soda.

Man löst 2,383 Grm. durchsichtige, glashelle und farblose, durchaus nicht mehlig bestäubte (unverwitterte) Krystalle des 10fach-gewässerten kohlensauren Natrons (reine krystallisirte Soda), welche frei sind von Schwefelsäure und Salzsäure (siehe Prüfung der Reagentien S. 121) in der 5fachen Menge Wasser und fügt zu der in einer geräumigen Porzellanschale befindlichen Flüssigkeit 5 bis 10 Tropfen wässrige Lösung des Lacmusblaus. Jetzt füllt man ein Kochfläschchen mit dem zu prüfenden Essig, bestimmt das Gewicht des gefüllten Fläschchens und tröpfelt nach und nach aus dem Fläschchen Essig zu der Sodalösung, bis die letztere eine röthliche Färbung bekommt. Bei diesem Zeitpunkte erhitzt man das Gemisch zum Sieden, um die Kohlensäure zu verjagen, entfernt es dann vom Feuer und tröpfelt noch so viel Essig hinein, bis die beim Erhitzen wie-

der zum Vorschein gekommene blaue Färbung eben wieder einer rothen Platz macht. Bleibt diese Färbung auch beim abermaligen Erhitzen, so unterbricht man den Zusatz von Essig und bestimmt die Menge des verbrauchten Essigs aus dem Gewichtsverlust des Kochfläschchens. In der verbrauchten Menge *a* des Essigs findet sich ein Grm. Essigsäurehydrat. Die Procente von Essigsäurehydrat sind $= \frac{100}{a}$.

Um genaue Resultate zu erhalten, muss man das Zutröpfeln des Essigs sorgfältig vornehmen, besonders gegen das Ende, wo die Farbe des Gemisches aus Blau durch Violett in Roth übergeht. Das Erhitzen zum Sieden darf ebenfalls nie versäumt werden; es geschieht, um das in der Kälte gebildete doppelt-kohlensaure Natron zu zersetzen.

Bei wenig gefärbtem Essig ist die Umwandlung der blauen Farbe der Lösung in die rothe leicht wahrzunehmen; bei dunkelgefärbtem ist diess schwieriger. Man hilft sich hier durch einen Streifen guten blauen Lacmuspapiers, welchen man in die Sodalösung hängt. Sobald dieses Papier bleibend violett oder roth gefärbt wird, unterbricht man das Zutröpfeln des Essigs. Die braunen Essige geben mit Lacmustinctur und überschüssigem kohlensauren Natron grünlichbraune Gemische, welche bei Neutralisation gelb oder röthlichgelb werden.

Die guten Essige enthalten gegen 5 Proc. Essigsäurehydrat; es sind also für 2,383 Grm. krystallisirte Soda gegen 20 Grm. Essig zur Sättigung erforderlich.

Prüfung mittelst reinen kohlensauren Kalis.

1,15 Grm. frischgeglühtes reines kohlensaures Kali (Weinsteinsalz $=$ KO, CO^2) entspricht 1 Gramm Essigsäurehydrat. Man benützt es auf dieselbe Weise, wie die krystallisirte Soda zur Prüfung der Essige auf ihren Gehalt an Essigsäurehydrat.

2) *Prüfung des Essigs auf Verunreinigungen.*

a) Bestimmung der extractiven Theile (der *Essigseife*).

100 Grm. Essig werden in einer Porzellanschale anfangs über der Weingeistlampe verdampft, zuletzt im Wasserbade verdunstet, bis die Schale nichts mehr an Gewicht verliert. Aus der Gewichtszunahme der Schale ergiebt sie die Menge des

Essigextracts. Bei Bier- und Malzessigen beträgt es oft 3 und mehr Procente; bei Weinessigen weniger; bei Schnellessig ist die Menge desselben sehr gering. Der Geschmack der extractiven Theile ist bei unverfälschten Bier- oder Malzessigen säuerlich, aber nicht scharf und brennend; wenn Bertramwurzel, spanischer Pfeffer, schwarzer Pfeffer, Seidelbast und dergleichen scharfe Substanzen benutzt wurden, um dem Essig einen scharfen Geschmack zu geben, so tritt dieser besonders auffallend am Essigextracte hervor.

b) Prüfung auf Verfälschung des Essigs durch Schwefelsäure (nach *Runge* und *Chevallier*).

Man entdeckt *freie* Schwefelsäure im Essig durch Abdampfen desselben, unter Zusatz eines Stückchen Zucker, bis zur Syrupsdicke an der *Schwärzung*, welche die Masse erleidet, ehe sie wirklich fest geworden ist. Die Eindampfung muss gegen das Ende im Wasserbade geschehen, um eine Verkohlung durch äussere Wärme zu verhindern. Uebergiesst man den Rückstand mit Spiritus, so löst sich in demselben die freie Schwefelsäure auf; in der filtrirten, mit Wasser verdünnten und durch Kochen vom Weingeist befreiten Flüssigkeit giebt Chlorbaryum einen in Salzsäure unlöslichen Niederschlag (schwefelsauren Baryt).

Die gewöhnlichen Essige enthalten immer kleine Mengen schwefelsaurer Salze, z. B. Gyps, schwefelsaures Natron oder schwefelsaures Kali, aber im unverfälschten Zustande niemals freie Schwefelsäure. Sie trüben sich daher immer ein wenig durch Chlorbaryum; aber der spirituöse Auszug ihres Extracts trübt sich nicht, weil der Gyps, das schwefelsaure Kali und Natron unlöslich in Spiritus sind. Die neutralen schwefelsauren Salze bewirken auch keine Verkohlung des Zuckers, wie die freie Schwefelsäure.

c) Prüfung auf Verfälschung des Essigs durch Salzsäure (nach *Chevallier*).

Die Salzsäure wird am besten erkannt durch Destillation des verdächtigen Essigs und Prüfung des Destillats mit salpetersaurem Silberoxyd. Entsteht dabei eine Trübung, welche in Salpetersäure unlöslich ist, so war freie Salzsäure vorhanden.

Direkt zu dem Essige salpetersaures Silberoxyd zu giessen, führt zwar schneller zum Ziele, ist aber nicht völlig sicher; denn auch die unverfälschten Essige enthalten kleine Mengen von salzsauren Salzen (Chlormetalle, z. B. Kochsalz). Weinessige werden durch Silberlösung stark getrübt, durch Bildung von unlöslichem weinsauren Silberoxyd; auf Zusatz von *Salpetersäure* löst sich dieser Niederschlag leicht wieder auf. Schnellessige, welche mitunter etwas Aldehyd enthalten, färben sich auf Zusatz von salpetersaurem Silberoxyd rasch dunkel und scheiden schwarze Flocken ab. Auch Holzessig reducirt die Silberlösung wegen Gehalts an ätherischen Oelen.

d) Verfälschung durch Salpetersäure.

Man neutralisirt den Essig durch reines kohlensaures Kali, dampft zur Trockne und erhitzt zum Glühen. War Salpetersäure zugegen, so wird dabei Verpuffung statt finden. Auch kann mit dem trocknen Abdampfrückstande die Schwefelsäure- und Eisenvitriolprobe (siehe unter Salpetersäureprüfung S. 250 und 277) angestellt werden.

e) Verunreinigung des Essigs durch Metalle.

Eisen; es wird entdeckt durch Vermischen des Essigs mit etwas reiner Salzsäure und Kaliumeisencyanür; eine blaue Färbung (Berlinerblau) beweisst die Gegenwart des Eisens.

Kupfer schlägt sich aus dem, mit etwas reiner Salzsäure vermischten Essig auf ein blankes in die Mischung getauchtes Eisenstäbchen (z. B. eine Messerklinge) nieder und überzieht dasselbe mit einer rothen Haut. Reibt man diese mit einem Stückchen Papier herunter, verbrennt das letztere über einer Tasse, benetzt die Asche mit Salzsäure und glüht sie auf der Kohle vor dem Löthrohre, so zeigt eine blaue Färbung der Flamme abermals das Kupfer an.

Leitet man durch den mit etwas reiner Salpetersäure vermischten Essig Schwefelwasserstoffgas, so schlagen sich etwa vorhandenes *Kupfer*, *Blei*, *Zinn* und *Arsen* als schwarze, braune oder gelbe Schwefelmetalle nieder. Filtrirt man nun durch ein kleines Filter, so bleiben diese Schwefelmetalle auf dem Filter zurück. Das getrocknete Filter wird mit etwas Salpetersäure gekocht, die filtrirte salpetersaure Lösung zur Trockne verdampft, der Rückstand wieder in etwas Wasser gelöst und in

drei Portionen vertheilt; die eine Portion bringt man in den *Marsh*'schen Apparat zur Nachweisung des Arsens. Die zweite Portion vermischt man mit etwas verdünnter *Schwefelsäure;* eine weisse Trübung, welche in Kalilauge wieder löslich ist, deutet auf *Blei;* die dritte Portion vermischt man mit Kaliumeisencyanür; eine braunrothe Färbung deutet auf *Kupfer.* Bleibt bei Behandlung des durch Schwefelwasserstoff bewirkten Niederschlags mit Salpetersäure ein unlöslicher nicht verbrennlicher weisser Rückstand, so kann dieser aus *Zinnoxyd* bestehen. Glüht man diesen Rückstand mit etwas Soda auf der Kohle, so scheiden sich metallische Körnchen (Zinnkörnchen) aus, welche aus der schwarzen schlackigen Masse durch Zerreiben im Porzellanmörser und Abschlämmen mit Wasser als schwere, glänzend weisse Flitterchen abgeschieden werden können.

Nach *Chevallier* findet sich besonders im Holzessig häufig Arsen; letzteres gelangt in denselben durch Anwendung arsenhaltiger Schwefelsäure zu der Destillation der Essigsäure aus holzessigsaurem Natron. Es genügt nach *Chevallier* eine Verdampfung des Essigs bis auf ein kleines Volumen, um in dem Rückstand vermittelst des *Marsh*'schen Apparats das Arsen nachzuweisen.

Dritter Abschnitt.

Resultate einiger Analysen von Wässern, Gesteinen, Erden und Aschen.

Analysen von Wässern.

Die Wässer von Jena.

Das *Wasser der Saale* wurde im Mai 1831 von *H. Wackenroder* analysirt. 1000 G.-The. desselben, im Paradiese bei Jena, bei niedrigem Wasserstande geschöpft, völlig klar und farblos, gaben 0,183 G.-The. festen Abdampfrückstand von schwach bräunlicher Farbe. Derselbe bestand aus *Kieselerde*, wenig *Chlornatrium* (Kochsalz), *schwefelsaurem Kalk* (Gyps) und *kohlensaurem Kalk*. Ob organische Substanzen vorhanden waren, wurde nicht ermittelt, doch deutet die bräunliche Farbe des Rückstandes auf einem Gehalt an Kohlenstoffverbindungen. Das Wasser enthielt wenig *freie Kohlensäure*.

Das *Wasser des Leutrabachs* (der Wasserleitung) bei Jena enthält nach *H. Wackenroder* in 1000 G.-Thn. 0,259 G.-The. feste Substanzen. Diese bestehen aus *kohlensaurem Kalk*, *schwefelsaurem Kalk*, wenig *Kieselerde* und wenig *Chlornatrium*. Das Wasser enthält *viel* freie Kohlensäure, aber keine organischen Substanzen.

Die *Brunnenwässer von Jena*. Der grösste Theil der laufenden Brunnen Jena's wird aus den Quellen des Mühlthals, oberhalb der Papiermühle gespeist. Diese Quellen entspringen dem Muschelkalk. Der Brunnen auf dem Eichplatze, der des Stadtbrauhauses, des Irren- und Krankenhauses, der Löbdergasse, erhalten ihr Wasser aus der Quelle im Garten der Neumühle; sie sind ärmer an Kalk, als die übrigen Brunnenwässer Jena's und werden diesen vorgezogen (*H. Wackenroder*).

Das Wasser des Jenaer *Marktbrunnens* hielt nach *H. Wackenroders* Untersuchung in 100⁰ G.-Thn. 0,382 G.-Th. feste Substanzen. Diese bestanden aus *kohlensaurem Kalk*, ziemlich viel *Kieselerde*, wenig *Gyps* und wenig *Chlornatrium*.

Brunnenwässer aus der Nähe von Jena.

a) *Brunnenwasser vom Fusse des Tatzend bei Jena.* Dasselbe lieferte beim Abdampfen einen gelblichweissen Rückstand, der sich beim stärkeren Erhitzen bräunte und schwärzte. Der Rückstand bestand aus *schwefelsaurem Kalk* (Gyps) und *quellsaurem Kalk*.

b) *Quellwasser des Thalsteins*, am Fusse des Jenzig bei Jena. Dasselbe ist völlig klar, perlt jedoch nicht.

1000 G.-Th. desselben gaben 0,281 Grm. weissen, bei stärkerer Hitze braun werdenden Rückstand. Dieser bestand aus *kohlensaurer*, *schwefelsaurer*, *quellsatzsaurer und salzsaurer Talkerde*; *kohlensaurem*, *schwefelsaurem*, *quellsatzsaurem und salzsaurem Kalk*, nebst kleinen Mengen von *Kali*.

c) *Brunnenwasser aus Magdala bei Jena*; aus dem Brunnen des Herrn *Umlauf* daselbst.

Es war farblos, besass aber einen schwach safranähnlichen Geschmack. Es enthielt *schwefelsauren Kalk*, *schwefelsaure und salzsaure Talkerde* und etwas *quellsatzsauren Kalk*. *(H. Ludwig.)*

Alle drei Wässer können beim Aufbewahren in festverstopften Flaschen durch Einwirkung der organischen Substanz auf den Gyps in stinkende Schwefelwässer übergehen.

Es ist bemerkenswerth, dass die Wässer des Mühlthals oberhalb Jena, so wie das Saalwasser, frei von Talkerde sind, während das Wasser des Thalsteins, unterhalb Jena, Talkerde enthält. Der Grund liegt einfach darin, dass die ersteren Wässer aus talkerdearmen Muschelkalk entspringen, während letzteres über die talkerdereichen Mergel fliesst.

Anhang zu den Wässern.

Eisenocher der Driburger Stahlquelle.

Der Ocher besass eine pomeranzengelbe, ins Braune ziehende Farbe. Auf der Kohle vor dem Löthrohre geglüht, hinterliess

er einen schwarzen, magnetischen, stark alkalisch reagirenden Rückstand; während des Glühens zeigte sich durchaus kein Arsengeruch. Beim Auflösen des Ochers in Salzsäure entwickelte sich etwas Kohlensäure; ein Theil desselben blieb ungelöst. Durch Kaliumeisencyanid entstand in der salzsauren Lösung nur eine braune Färbung; der Ocher war sonach frei von Eisenoxydul.

100 Theile des Ochers gaben mir bei der nach *H. Will's* Methode vorgenommenen Analyse:

57,303	Proc.	Eisenoxyd = Fe^2O^3,
6,683	„	Kalk = CaO,
0,543	„	Schwefelsäure = SO^3,
0,063	„	arsenige Säure = AsO^3,
23,333	„	Wasser = HO,
0,542	„	organische Substanz,
5,388	„	in Salzsäure unlöslichen gelblichgrauen Thon,
6,145	„	Kohlensäure und Verlust.
100,000.		

Oder auf Hydrate und Salze berechnet, ergeben sich:

77,063	Proc.	dreifach gewässertes Eisenoxyd = $Fe^2O^3, 3HO$,
11,176	„	kohlensaurer Kalk = CaO, CO^2,
0,929	„	schwefelsaurer Kalk = CaO, SO^3,
0,063	„	arsenige Säure = AsO^3 (wohl als arsensaures, Eisenoxyd im Ocher vorhanden),
5,388	„	in Salzsäure unlöslicher gelblichgrauer Thon,
0,542	„	organische Substanz,
3,573	„	Wasser (wohl theilweise an Thon, theilweise an schwefelsauren Kalk gebunden).
98,734		

Analyse von Gesteinen und Erden aus der Umgegend von Jena.

Ueber die geognostischen Verhältnisse des Saalthals bei Jena sagt *Zenker* (in seinem historisch topographischen Taschenbuche von Jena; daselbst bei Frommann, 1836):

„Das Saalthal bei Jena, mit der allgemeinen Richtung von Süden nach Norden, ist mit seinen zahlreichen Nebenthälern höchstwahrscheinlich durch die Gewalt der Urgewässer in das vom Thüringerwald-Gebirge gegen Nordosten hin sich erstreckende Hochland eingerissen worden, indem diese Gewässer den geringeren, bei Bildung jenes Plateau's entstandenen Unebenheiten folgend, in wiederholten, aber immer schwächer werdenden Ueberfluthungen sich immer tiefer in die Thalgründe einwühlten und nach und nach die schroffen Abhänge der oberen Thalränder, die sanfteren und fruchtbaren Anberge und den horizontalen Wiesengrund bildeten, durch welchen sich jetzt die Saale hindurchzieht. (Dieser von *Zenker* entwickelten Ansicht über die Bildung des Saalthals setzt *E. Schmid*, in dem Werke: die geognostischen Verhältnisse des Saalthals bei Jena, von Dr. *E. E. Schmid* und Dr. *M. J. Schleiden*, Professoren in Jena, Leipz. bei W. Engelmann, 1846, eine andere wahrscheinlichere entgegen, nach welcher dasselbe eine durch Druck erzeugte Spalte sei).

Die so gebildeten *Thalränder*, hier gewöhnlich, aber uneigentlich, Berge genannt, gehören zur Formation des *Muschelkalks* und *bunten Sandsteins*.

Von unten anfangend unterscheidet man hauptsächlich vier Regionen: 1) die des *bunten Sandsteins;* 2) die des *Gypses;* 3) die der *bunten Mergel;* 4) die des *Muschelkalks*, welche die oberste Stelle einnimmt.

1) *Der jenaische bunte Sandstein* enthält nach *Wackenroders* Untersuchungen viel Talkerde, welche als Bitterspath eine selbstständige Entwickelung erhält, weshalb man denselben mit *Wackenroder* als *Bitterspathsandstein* bezeichnen kann. Es wechseln darin Bänke feinkörnigen *festen* Sandsteins, mit *ockeren*, talkerdereicheren Schichten ab. In den dichteren Sandsteinschichten finden sich *Quarz-*

drusen, in dem *lockeren* Sandstein *erdiger Dolomit*, *erdiger Chlorit*, *der Carneol* von Jena (ein rothes cacholongähnliches Mineral), *rothgelber Bitterspath.*

Der zwischen den dichteren und lockeren Sandsteinschichten liegende Letten besteht nach *Wackenroder* z. Th. aus *Chloritschiefer.* An vielen Stellen im Saalthale haben sich mächtige *Saalgeschiebe* über den Sandsteinen abgesetzt.

2) Auf den bunten Sandstein lagern sich die dünneren, meist sehr gewundenen Schichten von *Gypsspath*, *Fasergyps* und *dolomitischen Sandmergeln*, *aus denen besonders das Bittersalz ausblühet.* Dann folgt eine Bank des sogenannten *jenaischen Alabasters*, eines weissen feinkörnigen Gypses mit eingemengten rauchgrauen Gypskrystallen. Bisweilen nehmen darin die Gypskrystalle so überhand, dass dadurch der sogenannte *Schuppengyps* entsteht. Das nächstfolgende Lager ist die aus Gypsspath mit eingemengten Muscheltrümmern bestehende *Conchilienbreccie*, welche die Grenze der Gypsregion bildet.

3) Ueber dem Gyps findet sich eine $^1/_2$ bis 1 Fuss mächtige Schicht von *Rhizokorallium-Dolomit*, ausgezeichnet durch ihre wurzelähnlichen, den Rindenkorallen nahestehenden Versteinerungen.

Auf diese graugrünliche Dolomitschicht folgen dünne Schichten von *mergeligem dolomitischen Sandstein*, worin sich ausgezeichnete *Quarzrhomboëder*, sogenannte krystallisirte Sandsteine finden. Am Jenzig findet sich eine grünliche feinkörnige Bank dieses Sandsteins, welche viele Knochen urweltlicher Saurier enthält: *Sauriersand.*

Bunter (rother und grünlicher) *Mergel* lagert darüber und wird durch Schichten von rothem und grauem Gypsspath, Fasergyps und dolomitischem Sand durchsetzt. — *Bunter Quarzfels*, graulich, röthlich, lavendelblau oder grünlich gefärbt, bildet als dünnes, oft kaum einige Zoll dickes Band die Abgränzung der Region des bunten Mergels von der Muschelkalkregion.

4) Sämmtliche Schichten des Jenaer Muschelkalks gehören zu dem sogenannten *Wellenkalk.* Als Grenze mit der

Region des bunten Mergels kann ein blass *ockergelber Dolomit* gelten, der *Linguladolomit*.

In den untersten leicht zerbröckelnden Kalkmergelschichten kommen *Fasergyps*, *fasriger Cölestin* (bei Dornburg und Wogau) und *krystallisirter Cölestin* oder schwefelsaurer Strontian (bei Dornburg, Wöllnitz und Zwätzen) vor. — Nun folgen aufwärts drei durch Kalkmergelschichten getrennte Bänke von *Terebratulitenkalk*, von denen die oberste die mächtigste und für die technische Benutzung die wichtigste ist. Er ist reich an Versteinerungen, so namentlich finden sich *Terebratulites vulgaris obovatus* (gemeine verkehrteirunde Terebratel), *Encrinites liliiformis* (deren einzelne Glieder als sogenannte Bonifaciuspfennige bekannt sind) darin. Besonders reich an Versteinerungen ist die den Terebratulitenkalk begleitende *Kalkbreccie*. Ueber den Terebratulitenkalk liegen mehrere Bänke eines porösen gelblichen Kalksteins, des sogenannten *Schaumkalks* oder *Mehlbatzens*, welcher viele Versteinerungen enthält. Als Stellvertreter der obersten Mehlbatzenbank erscheint in der nördlichen Rauhthalschlucht am Jägerberge der *oolithische Kalk*.

Durch ein Zwischenlager von mergeligem Kalk getrennt, liegt über dem Mehlbatzen der wegen seiner zahlreichen Schuppen und Knochen von Sauriern (urweltlichen Eidechsen) sogenannte *Saurierkalk*. In den aufgelagerten mergeligen Kalkschichten findet man ebenfalls noch Saurierknochen. — Ueber demselben liegt der versteinerungsreiche *Aviculakalk*, feinkörnig und dicht; über diesem der weisse, dichte, harte, petrefactenreiche *Limakalk* und als oberste feste Kalksteinschicht, der durch seine Ammonshörner charakterisirte *Ammonitenkalk*.

Kalkgerölle, Lehm, Dammerde bilden dann die Ackerkrume, worauf sich die Hochebene hinzieht.

Die oberste Schicht des Muschelkalks, z. B. auf dem Gipfel des Hausbergs enthält Pentacrinitenstiele und besteht nach *Wackenroder* aus fast reinem *kohlensauren Kalk* mit unbedeutenden Mengen von *Talkerde*, *Eisenoxydul* und *Thon*. Dieser Muschelkalk ist sehr tauglich zum Kalkbrennen (*Zenker*).

E. E. Schmid hat einige Angaben *Zenkers* über die Lagerungsverhältnisse des Jenaer Muschelkalks berichtiget; nach ihm ist die Aufeinanderfolge der Schichten von Unten nach Oben folgende:

1) Ebene Kalkschichten mit Cölestin (*Cölestinschichten*).
2) *Wellenkalk* mit einzelnen dicken versteinerungsreichen Bänken.
3) *Terebratulitenkalk* mit *Terebratula vulgaris*, *Plagiostoma lineatum* und *Encrinites liniiformis.*
4) *Wellenkalk.*
5) *Schaumkalk* (Mehlbatzen) mit vielen Steinkernen, Encriniten, Pentacriniten und Stylolithen; eine mächtige Bank.
6) *Schiefriger Saurierkalk* und *Saurierdolomit.*
7) *Aviculakalk* und *Monotiskalk;* dicke versteinerungsreiche Platten.
8) *Ammoniten-* und *Nautilitenkalk.*
9) *Oberste Terebratulitenschicht.*

1 und 2 bilden nach *Schmid* den *unteren*, 3—9 zusammen den *oberen* Muschelkalk von Jena.

Die Gesammtmächtigkeit des Muschelkalks von Jena beträgt gegen 500 Fuss; die Mächtigkeit der Mergel am Hausberg und Jenzig schwankt zwischen 245 und 255 Fuss; die Mächtigkeit des Gypses erreicht am westlichen Ende des Hausbergs mindestens 147 Fuss, ja an manchen Stellen sogar 207 Fuss. (*E. Schmid.*)

Zusammensetzung von Kalksteinen
aus den verschiedenen Schichten des Muschelkalks von Jena.

Ueber die chemische Zusammensetzung der verschiedenen Muschelkalkvarietäten aus Jena's Umgegend besitzen wir eine umfassende Arbeit von Prof. *E. Schmid.* Ich entlehne derselben die allgemeine Charakteristik des Muschelkalks, sowie die Analysen der einzelnen Varietäten.

Die Farbe des Muschelkalks in Masse und in Stücken, die lange Zeit an der Luft gelegen haben, ist graugelb; im ganz frischen Zustande sind fast alle Schichten desselben bläulich- oder grünlichgrau. Nur einige Kalkschichten schimmern auf frischer Bruchfläche, die übrigen sind matt. Das spec. Gewicht des Muschelkalks schwankt zwischen 2,72 — 2,55; es ist im Mittel 2,67; die untersten Muschelkalkschichten sind die dich-

testen, nach oben nimmt die Dichtigkeit stetig ab. Der Muschelkalk besteht aus einem mechanischen Gemenge von kohlensaurem Kalk, kohlensaurer Talkerde, kohlensaurem Eisenoxydul mit Eisenoxyd- oder Eisenoxydul-haltigen Thonen. Diese Thone haben braune, graue, graugrüne oder grüne Farben; ihre Menge schwankt zwischen 0,6—16 Proc., beträgt jedoch selten mehr als 8 Proc. Trotz des geringen Thongehalts geben die meisten Muschelkalke beim Anhauchen einen Thongeruch, viele fühlen sich im feuchten Zustande fettig an, einige zerweichen sogar nach längerer Zeit im Wasser. Unter den Bestandtheilen herrscht der kohlensaure Kalk vor; nur ein einziger (der Schaumkalk) erwies sich talkerdefrei. Der gewöhnliche Gehalt derselben an kohlensaurer Talkerde beträgt 1,5 — 3,5 Procent. Einzelne Dolomite finden sich nicht, wohl aber dolomitische Kalke, welche sich ächten Dolomiten (worin mit 50 Gewichtstheilen kohlensaurem Kalk 42 G.-Th. kohlensaure Talkerde verbunden sind) nähern. Die Menge des kohlensauren Eisenoxyduls in den Muschelkalken ist völlig unbedeutend. Alle Muschelkalke sind etwas bituminös *(Schmid)*.

Analyse verschiedener Kalksteine aus der Region des Muschelkalks bei Jena, von Prof. E. E. Schmid.

a) Wellenkalk mit Encriniten- und Pentacrinitengliedern; mittlere der constanten Schichten; vom Jenzig. Bruch uneben ins Splittrige; rauchgraue, matte Kalkmasse; die Encrinitenglieder sind weiss, auf dem Querbruche schimmernd. Spec. Gewicht = 2,72.

Enthält in 100 Theilen

95,40	Proc.	kohlensauren Kalk . .	in Salzsäure löslich.
3,10	„	kohlensaure Talkerde . .	
0,50	„	Eisenoxyd, Eisenoxydul und Thonerde	
0,95	„	in Salzsäure unlösliche Kieselerdeverbindungen.	
99,95.			

b) *Terebratulitenkalk* vom Jenzig; Versteinerungsmasse einer Terebratula. Spec. Gewicht = 2,70.

Enthält in 100 Theilen

95,20	Proc.	kohlensauren Kalk . . .	in Salzsäure löslich.
2,47	„	kohlensaure Talkerde . .	
0,30	„	Eisenoxyd und Thonerde	
1,71	„	in Salzsäure unlösliche Kieselerdeverbindungen.	
99,68.			

c) *Deckplatte des Terebratulitenkalks* von der südwestlichen Kuppe des Jenzigs. Bruch uneben, wegen der vielen, von resorbirten Conchylienschalen herrührenden Höhlungen wenig wahrnehmbar. Rauchgrau, matt. Spec. Gewicht = 2,63.

Enthält in 100 Theilen

94,60	Proc.	kohlensauren Kalk . . .	in Salzsäure löslich.
2,35	„	kohlensaure Talkerde . .	
0,34	„	Eisenoxyd, Eisenoxydul und Thonerde	
2,60	„	in Salzsäure unlösliche Kieselerdeverbindungen.	
99,89.			

d) *Schaumkalk* (Mehlbatzen) aus dem Mühlthale, neben der dritten Brücke der Chaussée nach Apolda. Bruch uneben, jedoch wegen der vielen Poren kaum wahrnehmbar. Gelblichgrau, mit rauchgrauen Streifen, matt.

Enthält in 100 Theilen

99,98	Proc.	kohlensauren Kalk . .	in Salzsäure löslich.
0,00	„	kohlensaure Talkerde . .	
Spuren	von	Eisenoxyd und Thonerde	
0,02	Proc.	in Salzsäure unlösliche Kieselerdeverbindungen.	
100,00.			

e) *Oolithischer Kalk aus dem Rauhthale.* Gelbgrau, matt. Spec. Gewicht = 2,68.

Enthält in 100 Theilen

94,50	Proc.	kohlensauren Kalk . .	in Salzsäure löslich.
1,84	„	kohlensaure Talkerde . .	
0,70	„	Eisenoxyd und Thonerde	
3,44	„	in Salzsäure unlösliche Kieselerdeverbindungen.	
100,48.			

f) Höchste Muschelkalkschichten des Saalthales.

1) *Hellgelber Kalkmergel* vom Napoleonsberge, eine kleine Venusmuschel einschliessend; leicht zerreiblich, etwas fettig anzufühlen.

Enthält in 100 Theilen

87,56	Proc.	kohlensauren Kalk . .	in Salzsäure löslich.
3,41	„	kohlensaure Talkerde . .	
1,01	„	Eisenoxyd und Thonerde	
6,66	„	in Salzsäure unlösliche Kieselerdeverbindungen.	
98,64.			

2) *Monotiskalk* vom Jägerberge. Bruch uneben; gelblichweiss, gelbroth gesprenkelt, matt. Specifisches Gewicht = 2,55.

Enthält in 100 Theilen

95,83	Proc.	kohlensauren Kalk . .	in Salzsäure löslich.
1,40	„	kohlensaure Talkerde . .	
1,57	„	Eisenoxyd und Thonerde	
0,75	„	in Salzsäure unlösliche Kieselerdeverbindungen.	
99,55.			

3) *Blaugrauer Kalk vom Jägerberge*, mit verdrückten Schalen von *Plagiostoma striatum.*

Enthält in 100 Theilen

93,00	Proc.	kohlensauren Kalk . .	in Salzsäure löslich.
2,02	„	kohlensaure Talkerde . .	
0,55	„	Eisenoxyd, Eisenoxydul und Thonerde	
5,35	„	in Salzsäure unlösliche Kieselerdeverbindungen.	
100,92.			

Den zahlreichen Analysen des Prof. *E. Schmid* lasse ich einige eigne Analysen von Kalksteinen aus Jena's Umgegend folgen.

a) Schaumkalk oder *Mehlbatzen*, von der Höhe des Landgrafenbergs:

Porös, gelblich, auf der einen Seite mit Tropfsteingebilden besetzt, ziemlich hart; liefert hellgelbliches Pulver.

Dient zu Mauersteinen und zum Kalkbrennen; doch ist der daraus gebrannte Aetzkalk locker und zerfällt an der Luft leicht zu Pulver.

100 Theile lufttrocknes Gestein gaben bei der Analyse

55,48	Proc.	Kalk,
0,12	„	Talkerde,
0,45	„	Thonerde und Eisenoxyd,
1,15	„	unlöslichen Thon,
0,36	„	Wasser,
43,77	„	Kohlensäure,
101,33.		

Oder auf 100 *proportional vertheilt erhält man:*

54,75	Proc.	Kalk	=	97,82	Proc.	kohlens. Kalk,
0,12	„	Talkerde	=	0,25	„	kohlens. Talkerde,
0,44	„	Thonerde u. Eisenoxyd	=	0,44	„	Thonerde und Eisenoxyd,
1,13	„	unlöslichen Thon .	=	1,13	„	unlösl. Thon,
0,36	„	Wasser	=	0,36	„	Wasser.
43,20	„	Kohlensäure.		100,00.		
100,00.						

Oder 100 Theile des Schaumkalks enthalten:

97,82	Proc.	reinen kohlensauren Kalk,
2,18	„	Beimengungen.
100,00.		

b) Terebratulakalk vom Tatzend:

Röthlichgrau, krystallinisch, mit grösseren und kleineren Muschelbruchstücken durchsetzt, sehr hart; liefert hellfleischfarbenes Pulver.

Dient zum Kalkbrennen und giebt einen guten Aetzkalk.

100 Theile des lufttrocknen Gesteins gaben bei der Analyse:

55,41	Proc.	Kalk,
0,55	„	Talkerde,
0,75	„	Thonerde und Eisenoxyd,
0,70	„	unlöslichen eisenschüssigen Thon,
0,34	„	Wasser,
44,14	„	Kohlensäure, aus dem gefundenen Kalk und der Talkerde berechnet.
101,89.		

Oder proportional auf 100 Theile vertheilt:

54,38	Proc.	Kalk	= 97,09	Proc.	kohlens. Kalk,
0,54	„	Talkerde	= 1,14	„	kohlens. Talkerde,
0,74	„	Thonerde u. Eisenoxyd	= 0,74	„	lösl. Thonerde u. Eisenoxyd,
0,69	„	unlöslichen Thon .	= 0,69	„	unlösl. Thon,
0,34	„	Wasser	= 0,34	„	Wasser.
43,31	„	Kohlensäure.	100,00.		
100,00.					

Oder 100 Theile des Terebratulakalks enthalten:

97,09 Proc. kohlensauren Kalk,
2,91 „ Beimengungen.
100,00.

c) *Terebratulakalk* vom Tatzend bei Jena:

Hellblaugrau, dicht, sehr hart, körnig-krystallinisch, von glänzenden Kalkspathstreifen durchzogen; einzelne Muscheln sind sehr innig mit der Gesteinsmasse verwachsen. Das Pulver hellgelblich, fast weiss.

Specifisches Gewicht = 2,696. Dient zum Kalkbrennen und liefert einen sehr guten, dichten Aetzkalk, fordert aber viel Brennmaterial.

100 Theile desselben gaben bei der Analyse:

54,97 Proc. Kalk,
0,53 „ Talkerde,
1,35 „ Eisenoxyd und Thonerde,
0,85 „ unlöslichen Thon,
0,33 „ Wasser,
43,78 „ Kohlensäure (aus dem gefundenen Kalk und der Talkerde berechnet).
101,81.

Oder proportional auf 100 vertheilt:

53,99	Proc.	Kalk	= 96,42	Proc.	kohlens. Kalk,
0,52	„	Talkerde	= 1,10	„	kohlens. Talkerde,
1,33	„	Eisenoxyd u. Thonerde	= 1,33	„	Eisenoxyd und Thonerde,
0,84	„	unlöslichen Thon .	= 0,83	„	unlösl. Thon,
0,32	„	Wasser	= 0,32	„	Wasser.
43,00	„	Kohlensäure.	100,00.		
100,00.					

Oder 100 Theile Terebratulakalk enthalten:

96,42	Proc.	kohlensauren Kalk,
3,58	„	Beimengungen.
100,00.		

Zusammensetzung
von Bitterspäthen, Dolomiten und dolomitischen Kalken aus der Nähe von Jena.

a) Bitterspath im hellen Sandstein zwischen der Schneidemühle und den Teufelslöchern, nach der Analyse von *H. Wackenroder.*

100 Theile desselben enthielten:

53,69	Proc.	kohlensauren Kalk,
44,00	„	kohlensaure Talkerde = 21,06 Proc. reine Talkerde,
3,41	„	kohlensaures Eisenoydul,
Spuren	von	kohlensaurem Manganoxydul.
101,10.		

b) Erdiger Dolomit vom Leutraufer hinter der Sternwarte; nach *H. Wackenroders* Analyse.

100 Theile desselben gaben:

43,24	Proc.	kohlensauren Kalk,
35,83	„	kohlensaure Talkerde = 17,2 Proc. reine Talkerde,
0,60	„	Eisenoxyd,
0,08	„	Manganoxyd,
9,66	„	Thon und Quarzsand,
10,50	„	Wasser.
99,91.		

Der *Linguladolomit* von Wöllnitz bei Jena hat nach *H. Wackenroder* dieselbe Zusammensetzung; nur die Menge des Thons und Eisenoxyds wechselt.

c) Thoniger dichter Dolomit, aus dem Steinbruche im Rauhthale bei Zwätzen; sogenannter *Leberstein.*

Hellgrau, schwach ins Gelbliche, sehr dicht, hart, schwer zu brechen, von scharfkantigem Bruch; nur hier und da zeigen sich kleine Drusenräume, die aber selten Bitterspathkrystalle enthalten. Dichtigkeit 2,65. Taugt nicht zum Kalkbrennen; dient aber zu Platten über Wasserleitungen.

100 Theile desselben gaben mir bei der Analyse:

51,73 Proc. kohlensauren Kalk,
24,82 „ kohlens. Talkerde oder 11,84 Proc. reine Talkerde,
13,57 „ kohlens. Eisenoxydul,
7,97 „ in Salzsäure unlöslichen Thon,
1,59 „ Wasser.
99,68.

d) *Rhizocoralliumdolomit* vom Hausberge bei Jena, besteht nach *H. Wackenroders* Analyse in 100 Theilen aus:

37,5 Proc. kohlensaurem Kalk,
29,7 „ kohlensaurer Talkerde,
1,2 „ Eisenoxyd,
31,3 „ Thon, Quarzkörnern und Glimmerblättchen.
99,7.

e) *Dolomitisches Muttergestein eines Nestes von späthigem Cölestin* von Wogau; analysirt von *E. E. Schmid.*

Bruch uneben, ins Splittrige. Röthlichgraubraun, matt; von einzelnen dünnen schimmernden Adern durchzogen. Spec. Gewicht = 2,72. Enthält in 100 Theilen

65,51	Proc.	kohlensaurer Kalk	löslich in Salzsäure.
29,60	„	kohlensaure Talkerde	
1,05	„	Eisenoxyd, Eisenoxydul u. Thonerde	
2,05	„	in Salzsäure unlösliche Kieselerdeverbindungen.	
98,21.			

f) *Unterer Theil der Cölestinbank* von Wogau; nach einer Analyse von *E. E. Schmid.*

Bruch muschelig, ins Unebene; grünlich graubraun, matt. Spec. Gewicht = 2,72.

91,43	Proc.	kohlensaurer Kalk	in Salzsäure löslich.
3,24	„	kohlensaure Talkerde	
1,94	„	Eisenoxyd, Eisenoxydul u. Thonerde	
3,44	„	in Salzsäure unlösliche kieselsaure Salze.	
100,05.			

g) *Saurierkalk und Dolomit;* nach Analysen von *E. E. Schmid.*

1) *Unterste Schichten* vom Abhange des Jägerberges bei Zwätzen. Bruch im Grossen flachmuschelig, im Kleinen uneben, ins Erdige und Splittrige; hellochergelb, matt. Spec. Gewicht = 2,65.

88,90 Proc. kohlensaurer Kalk		in Salzsäure löslich.
3,30 „ kohlens. Talkerde		
1,15 „ Eisenoxyd, Eisenoxydul u. Thonerde		
7,55 „ in Salzsäure unlösliche Kieselerdeverbindungen.		
100,90.		

2) *Mittlere Schichten* aus dem Steinbruche im Rauhthale. Bruch im Grossen flachmuschelig, im Kleinen uneben. Hellochergelb, matt. Spec. Gewicht = 2,68.

71,91 Proc. kohlens. Kalk		löslich in Salzsäure.
18,00 „ kohlens. Talkerde		
3,47 „ Eisenoxyd, Eisenoxydul u. Thonerde		
7,97 „ in Salzsäure unlösliche Kieselerdeverbindungen.		
101,35.		

h) *Saurierknochen*, zu Wirbeln, Brust- und Beckenapparat und zu den Extremitäten gehörig, aus dem Saurierkalk des Rauhthales; sie bestehen nach einer Analyse von *E. E. Schmid* aus:

65,03 Proc. basisch-phosphorsaurem Kalk,
10,60 „ Fluorcalcium *),
10,68 „ kohlensaurem Kalk,
0,53 „ kohlensaurer Talkerde,
6,55 „ schwefelsaurem Kalk,
3,11 „ phosphorsaurer Thonerde,
1,85 „ phosphorsaurem Eisenoxyd,
Spuren von Chlornatrium und organischer Substanz.
98,35.

i) *Glaukonitischer Kalk* vom neuen Werke bei Mattstädt; Bruch uneben; rauchgrau, spangrün gesprenkelt, matt. Derselbe besteht nach *Geinitz* (Beitrag zur Kenntniss des thüringer Muschelkalkgebirges) aus:

75,95 Proc. kohlensaurem Kalk		in Salzsäure löslich.
4,75 „ kohlensaurer Talkerde		
5,35 „ Eisenoxyd und Thonerde . . .		
11,85 „ in Salzsäure unlöslichen Kieselerdeverbindungen,		
1,70 „ Wasser.		
99,60.		

*) Die grosse Menge von Fluorcalcium in diesen Knochen ist auffallend; die Asche der Ochsenknochen enthält nach *Heintz* nur 3,88 Proc. *Fluorcalcium*, die Asche der Menschenknochen nur 2,97 Proc.

Zusammensetzung einiger Mergel, Letten und Ziegelthone.

Mergel sind dichte oder auch pulverige Gemenge von Thon und kohlensaurem Kalk, welche *keine plastische* Beschaffenheit besitzen; *Letten* dagegen leicht zerreibliche, *plastische* Gemenge aus Thon und kohlensaurem Kalk; *Ziegelthone* sind mit Quarzsand gemengte Letten.

Der *Thon* kommt wenigstens in drei Formen in den Mergeln, Letten und Ziegelthonen vor, nämlich: *a)* als ein durch Salzsäure auflösbarer und aufschliessbarer, Kieselerde-ärmerer, Thonerde-reicherer, Talkerde-, Eisenoxydul- und Eisenoxydhaltiger Thon, *Lettenthon; b)* als ein durch Salzsäure nicht angreifbarer, aber durch Schwefelsäure aufzuschliessender Thon, *gemeiner Thon;* wenn derselbe aus reiner gewässerter kieselsaurer Thonerde besteht, so ist er farblos und heisst *Kaolin*, *Porzellanthon*, *Porzellanerde;* enthält er ausser diesen Bestandtheilen noch Eisenoxydul oder Eisenoxyd, so nimmt er bläuliche oder gelbliche Farbe an und wird zum *Pfeifenthon* oder *eisenschüssigen Thon; c)* als ein durch Salzsäure, Schwefelsäure und wässriges kohlens. Natron unangreifbarer *kieselerdereicher Thon*, der aber durch Abdampfen mit concentrirter Kalilauge aufgeschlossen und nachher in Salzsäure löslich wird. Dadurch unterscheidet er sich vom feinen Quarzsande, welcher in allen diesen Lösungsmitteln unlöslich ist.

Talkerdereiche Mergel, Letten und Ziegelthone bezeichnet man als *dolomitische Mergel* u. s. w.

Durch Schlämmen mit Wasser lässt sich der schwerere Quarzsand und Dolomitsand von dem Thongemenge (dem Lettenthon, gemeinen Thon, kieselerdereichen Thon, dem feinzertheilten kohlensauren Kalk u. s. w.) trennen.

a) Bittersalzführender, dolomitischer Gypsmergel von den Wänden der Teufelslöcher bei Jena.

Derselbe liegt zwischen dem Fasergyps und Gypsspath; er besitzt eine bläulichgraue Farbe, schiefrige Structur, fühlt sich etwas fettig an; nach feuchtem Wetter blüht an demselben weisses mehliges Bittersalz aus.

100 Theile desselben gaben mir bei der Analyse:

6,200	Proc.	lose gebundenes Wasser.	
3,603	„	innig gebundenes Wasser.	
0,364	„	wasserfreien schwefelsauren Kalk (geglühten Gyps).	
1,293	„	kohlensauren Kalk.	
2,504	„	schwefelsaure Talkerde (geglühtes Bittersalz) = 0,84 Proc. reine Talkerde.	
14,328	„	lösliche Kieselerde	33,764 Procent Lettenthon. Durch Salzsäure aufschliessbar.
5,440	„	Thonerde . . .	
4,806	„	Eisenoxydul . .	
9,190	„	Talkerde . . .	
11,519	„	lösliche Kieselerde	19,163 Proc. gemeinen Thon, in Salzsäure unlöslich, durch Schwefelsäure aufschliessbar.
4,772	„	Thonerde . . .	
2,142	„	Eisenoxyd . . .	
0,730	„	Talkerde . . .	
22,373	„	kieselerdereichen Thon, in Säuren und wässrigem kohlensauren Natron unlöslich, aufschliessbar durch wässriges Kali.	
9,074	„	Quarzsand und Glimmersand, unlöslich in Säuren und wässrigen Alkalien.	
98,338.			

Die Gesammtmenge der reinen Talkerde in diesem Mergel beträgt 10,76 Procent. Gewöhnlich nimmt man an, dass das Bittersalz in diesem Mergel aus der Einwirkung des Gypses auf die kohlensaure Talkerde entstehe; bei Betrachtung der Zusammensetzung unseres bittersalzführenden Mergels wird es wahrscheinlich, dass auch aus der gegenseitigen Einwirkung des Gypses auf den talkerdereichen Lettenthon Bittersalz entsteht.

Bei der Verwitterung des Lettenthons geht das Eisenoxydul desselben durch Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft in Eisenoxyd über, durch Aufnahme von Kohlensäure aus dem Regenwasser geht ein Theil der Talkerde als kohlensaures Salz in Auflösung, und es bleibt ein eisenoxydhaltiger Thon mit überschüssiger *löslicher Kieselerde* zurück. So lange noch Eisenoxydul in diesem Mergel vorhanden ist, wird er wegen seiner Sauerstoff absorbirenden Kraft nachtheilig auf das Pflanzenwachsthum wirken, später jedoch, wenn alles Eisenoxydul in Eisenoxyd übergeführt worden ist, muss er durch seinen Gehalt

an löslicher Kieselerde auf derselben bedürftige Gewächse, z. B. auf Cerealien, günstig einwirken. Auffallend ist die Armuth dieses Mergels an Kalk.

b) Dolomitischer blauer Letten, unterhalb des Prinzessgartens, hinter der Ziegelei des Hrn. *Böhme.*

100 Theile des lufttrocknen, gesiebten Lettens fand ich zusammengesetzt aus:

5,50	Proc.	Wasser	47,64 Proc. Thon.
9,61	„	in Salzsäure löslichem Eisenoxydul, Eisenoxyd u. Thonerde	
32,53	„	in Salzsäure unlöslichem Thon	
14,83	„	Quarzsand	14,83 „ Sand.
26,78	„	kohlensaurem Kalk . . .	37,53 „ dolomitisch. erdigem Kalk.
10,75	„	kohlensaurer Talkerde . .	
100,00.			100,00.

c) Rother Ziegelthon, unterhalb des Prinzessgartens, hinter der Ziegelei des Hrn. *Böhme.* Er liegt dicht über dem dolomitischen blauen Letten *b.*

100 Theile des lufttrocknen, gesiebten Ziegelthons auf den Wassergehalt des vorigen Lettens berechnet, fand ich zusammengesetzt aus:

5,50	Proc.	Wasser	48,11 Proc. Thon.
5,31	„	in Salzsäure löslichem Eisenoxyd, nebst Thonerde . .	
37,30	„	in Salzsäure unlöslichem Thon	
27,33	„	Quarzsand	27,33 „ Sand.
22,24	„	kohlensaurem Kalk . . .	24,56 „ dolomitisch. erdigem Kalk.
2,32	„	kohlensaurer Talkerde . .	
100,00.			100,00.

Auffallend ist der geringe Gehalt dieses Ziegelthons an Talkerde; während der unmittelbar darunter liegende blaue Letten 10,75 Proc. kohlensaure Talkerde enthält, finden sich im rothen Ziegelthon nur 2,32 Proc. derselben.

d) Ungebrannte Dachziegel, sogenannte Ochsenzungen; aus der Ziegelei des Hrn. *Böhme*. Sie werden theilweise aus dem unter *c.* analysirten Ziegelthone verfertigt, unter Zusatz anderer, an derselben Stelle gegrabener Erde; die Beschaffenheit der gebrannten Ziegel ist untadelhaft.

100 Theile der lufttrocknen Ziegel fand ich zusammengesetzt aus:

4,55	Proc.	Wasser	53,21 Proc. Thon.
6,67	„	in Salzsäure löslichem Eisenoxyd und Thonerde . . .	
41,99	„	in Salzsäure unlöslichem Thon	
25,17	„	Quarzsand	25,17 „ Sand.
19,57	„	kohlensaurem Kalk . . .	23,00 „ dolomitisch. erdigem Kalk.
3,43	„	kohlensaurer Talkerde . .	
101,38.			101,38.

Das Verhältniss des Thons zum Sand und Kalk ist in diesem Ziegel nahezu wie 2 : 1 : 1.

Diese Analyse beweist, dass aus sehr kalkhaltigem Ziegelthon gute haltbare Ziegel gebrannt werden können; nur muss der Kalk *im Zustande feiner Zertheilung* vorhanden sein, weil bei grösseren Kalkstückchen diese sich nach dem Brennen in Berührung mit Feuchtigkeit löschen und den Ziegel auseinander treiben.

e) Grünlichblauer Mergel vom Fusse des Landgrafenbergs; nach einer Analyse von *Delius* (*E. E. Schmid* und *M. J. Schleiden*, geognostische Verhältnisse des Saalthales bei Jena; S. 58).

100 Theile desselben enthalten:

30,67	Proc.	kohlensauren Kalk . .	41,90 Proc. in Salzsäure lösliche Substanzen.
5,66	„	kohlensaure Talkerde .	
3,18	„	Eisenoxyd	
2,39	„	Thonerde	
58,00	„	in Salzsäure unlösliche Kieselerdeverbindungen der Thonerde, des Eisenoxyds und der Alkalien.	
99,90.			

Oder wenn die in Salzsäure löslichen Substanzen auf 100 berechnet werden:

73,1	Proc.	kohlensauren Kalk,
13,5	„	kohlensaure Talkerde,
7,6	„	Eisenoxyd,
5,7	„	Thonerde.
99,9.		

f) Silicate des glauconitischen Kalks von Mattstädt.

Diese durch ihre graue Farbe ausgezeichneten Silicate bestehen nach der Untersuchung von *Geinitz* aus:

59,95	Proc.	Kieselerde,
6,85	„	Thonerde,
14,20	„	Eisenoxydul,
0,55	„	Kalk,
0,40	„	Talkerde,
11,25	„	innig gebundenem, erst beim Glühen entweichenden Wasser,
6,30	„	hygroskopischem Wasser; bei 100° C. entweichend.
99,50.		

Demnach gehören diese Silicate zur *Grünerde* und stehen den von *Berthier* untersuchten grünen Körnern aus der chloritischen Kreide von Schirmeck in den Vogesen am nächsten, in denen aber Talkerde anstatt des Eisenoxyduls vorherrscht. (*E. E. Schmid*, die geognostischen Verhältnisse des Saalthals bei Jena.)

Sandstein, Carneol und Kieselschiefer.

Röthlichgrauer Sandstein.

Das untersuchte Stück wurde den obersten Lagen des bunten Sandsteins am linken Leutraufer, hinter der Sternwarte von Jena entnommen; dort wechseln bläulichgraue und röthliche, glimmerreiche Schichten eines mürben Sandsteins mit Schichten von braunrothem, eisenoxydreichen, glimmerhaltigen Thonmergel; letztere sind kaum 1 Fuss mächtig. Ueber dem Sandstein liegt *sandiger Dolomit* mit *Carneol*einschlüssen, darüber Gerölle und Dammerde.

Das specifische Gewicht des lufttrocknen, mürben, röthlichgrauen, glimmerreichen Sandsteins = 2,563.

25 Gramme desselben gaben mir bei der Analyse:

21,265 Grm.	=	85,060 Proc.	Quarzsand mit Glimmerblättchen untermengt.	
2,453 „	=	9,812 „	gelblichgrauen Thon, unlöslich in Salzsäure.	
0,155 „	=	0,620 „	lösl. Kieselerde	1,916 Procent durch Salzsäure aufschliessbaren, manganhaltigen *Eisenthon.*
0,210 „	=	0,840 „	Eisenoxyd . .	
0,109 „	=	0,436 „	Thonerde . .	
0,005 „	=	0,020 „	Manganoxydoxydul . . .	
0,248 „	=	0,992 „	kohlens. Kalk	1,348 Proc. *Dolomit.*
0,089 „	=	0,356 „	kohlens. Talkerde	
0,500 „	=	2,000 „	Wasser.	
25,034 Grm.		100,136.		

Der Thon wurde durch Schlämmen des mit Salzsäure ausgekochten, zerriebenen Gesteins mit Wasser vom Quarzsand getrennt.

Die Quarzkörnchen sind im Sandstein durch eisenthonig-dolomitisches Bindemittel zusammengehalten; beim Kochen mit Salzsäure wird das Bindemittel theils gelöst, theils zertheilt und der Sandstein zerfällt in die einzelnen Quarzkörnchen.

Carneol von Jena.

Er findet sich mit quarzsandhaltigem Dolomit und Bitterspath im Wasserrisse der Leutra hinter der Sternwarte von Jena.

Er ist spröde, zeigt splittrigen Bruch; dünne Splitterchen sind durchscheinend, matt. Seine Farbe ist braunroth bis grünlichweiss. Er bildet unregelmässige, von grünlich- bis röthlichgrauem dolomitischen Sande überzogene, oft pfundschwere Knollen, die auf den Bruchflächen mit mikroskopischen farblosen Kalkspathkryställchen überzogen sind.

Das specifische Gewicht des mit verdünnter Salpetersäure vom Kalkspath befreiten Carneols = 2,603.

Salzsäure oder Salpetersäure sind ohne Wirkung auf den feinzerriebenen Carneol; *Kalilauge*, über dem feingepulverten Carneol bis zum Salzhäutchen abgedampft, schliesst ihn völlig auf; der mit Wasser aufgeweichte Rückstand löst sich vollständig in verdünnter Salzsäure.

100 Theile lufttrockner, nicht mit Säuren gereinigter Carneol in ausgesuchten Stücken, gaben mir bei der Analyse:

95,860	Proc.	lösliche Kieselerde . .	98,127 Proc. *reinen Carneol.*
1,300	„	Eisenoxyd und Thonerde	
0,967	„	Wasser (Verlust beim schwachen Rothglühen)	
2,860	„	kohlensauren Kalk . .	dem Carneol äusserlich anhängend.
0,100	„	Quarzkörnchen . . .	
Spuren	von	Talkerde.	
101,087.			

Kieselschiefer.

Derselbe findet sich nebst weissem Quarz, Kalksteinen u. s. w. unter den Saalgeschieben. Der feinzerriebene Kieselschiefer besitzt eine schwärzlichgraue Farbe; er verliert dieselbe auch bei längerem Glühen an der Luft nicht völlig. Mit Kalilauge bis zum Erscheinen eines Salzhäutchens gekocht, wird er völlig aufgeschlossen. Mit Wasser erwärmt, löst sich die alkalische Masse mit Hinterlassung von wenig eisenoxydhaltiger Kohle auf.

100 Theile Kieselschiefer gaben mir bei der Analyse:

1,60	Proc.	eisenoxydhaltige Kohle,	
1,00	„	Eisenoxyd und Thonerde,	
1,61	„	Talkerde,	
95,79	„	lösliche Kieselerde und Verlust.	
100,00.			

Gyps, Cölestin und Bittersalz.

a) Erdiger Gyps; unter dem Gypsfelsen am Wege von Camsdorf nach dem Hausberge gesammelt.

100 Theile der lufttrocknen grauweissen Erde, wie sie von den Gypswänden bei warmer Witterung abfällt, fand ich zusammengesetzt aus:

16,84	Proc.	Kalk,
4,16	„	Talkerde,
22,40	„	Schwefelsäure,
28,19	„	grauem, in kalter verdünnter Salzsäure unlöslichen Thon,
11,69	„	Glimmersand und Quarzsand,
17,50	„	Wasser und Kohlensäure.
100,78.		

Oder auf Salze berechnet aus:

32,42	Proc.	wasserfreiem schwefelsauren Kalk,	
5,00	„	wasserfreier schwefelsaurer Talkerde,	
6,24	„	kohlensaurem Kalk .	11,48 Proc. erdigem Dolomit.
5,24	„	kohlensaurer Talkerde	
28,19	„	grauem Thon,	
11,69	„	Glimmersand und Quarzsand,	
12,00	„	Wasser.	
100,78.			

Oder wenn der Kalk als Gyps und die Talkerde als Bittersalz angenommen werden, aus:

41	Proc.	Gyps (wasserhaltigem schwefelsaurem Kalk),
$10\frac{1}{4}$	„	Bittersalz (wasserhaltiger schwefelsaurer Talkerde),
$11\frac{1}{2}$	„	erdigem Dolomit,
28	„	grauem Thon,
12	„	Glimmersand und Quarzsand.
$102\frac{3}{4}$.		

b) Cölestin von Dornburg besteht nach *Stromeyers* Analyse aus:

56,2650	Proc.	Strontian,
42,9524	„	Schwefelsäure,
0,0254	„	Eisenoxydul,
0,0508	„	Thonerde,
0,1016	„	kohlens. Kalk,
0,1054	„	organischer Substanz (Bitumen) und Wasser.
99,5006.		

e) Verwittertes Bittersalz; von den Gypswänden der Teufelslöcher bei Jena.

An den dünnen Lagen des röthlichen Fasergypses, des grauen späthigen Gypses und des graublauen Lettens, welcher die Gypsschichten von einander trennt, zeigen sich bei warmem Wetter weisse Ausblühungen dieses Salzes. Das frischgesammelte Salz enthielt 27,76 Proc. Wasser. Nach 12stündigem Liegen an der Luft hatte es Wasser aufgenommen und hielt alsdann 33,4 Proc. desselben.

Mit der fünfzigfachen Menge Wasser ausgelaugt, blieben 24,7 bis 33,24 Proc. unlöslicher Rückstand, welcher aus grauem eisenoxydoxydulhaltigen Thon, Quarzsand, Gyps und wenig kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Talkerde bestand. Ein Theil des Thones löste sich in Salzsäure auf.

100 Theile des rohen Bittersalzes gaben mir bei der Analyse:

11,286	Proc.	Talkerde,
2,604	„	Kalk,
26,075	„	Schwefelsäure,
33,400	„	Wasser,
24,700	„	in kaltem Wasser unlösliche wasserfreie Erde.
98,065.		

Oder als wasserfreie Salze berechnet:

33,533	Proc.	schwefelsaure Talkerde,
6,324	„	schwefelsauren Kalk,
0,227	„	kohlensaure Talkerde,
33,400	„	Wasser,
24,700	„	im Wasser unlösliche Erde.
98,184.		

Oder als gewässerte Salze berechnet:

63,713	Proc.	verwittertes Bittersalz (6fach-gewässerte schwefelsaure Talkerde),
8,000	„	Gyps (zweifach-gewässerten schwefelsauren Kalk),
0,227	„	kohlensaure Talkerde,
24,700	„	in kaltem Wasser unlösliche Erde,
3,360	„	Wasser und Verlust.
100,000.		

d) Der *graue späthige Gyps* der Teufelslöcher, auf welchem die Bittersalzausblühungen sitzen, enthält nur geringe Mengen von Talkerde.

e) Ausblühungen an den Wänden der Fensternischen des Lutherszimmers im Gasthofe zum Bären in Jena, fand ich ebenfalls aus *Bittersalz* bestehend.

Ackererden.

a) Zusammensetzung eines braungelben, dolomitisch-kalkigen Lehmbodens vom Weidenberge aus der Nähe von Zwätzen bei Jena; sogenannter *Hungerlehm.*

Die bei 100° C. getrocknete Erde gab mir bei der Analyse:

25,166	Proc.	gelbe Kalksteine (nur sehr geringe Mengen von Talkerde haltend),	
3,587	„	durch Eisenoxyd gefärbten Quarzsand	7,942 Proc. durch Schlämmen getrennten Sand.
4,266	„	grobsandigen kohlensauren Kalk .	
0,089	„	grobsandige kohlensaure Talkerde	
Spuren	von	Eisenoxyd und Thonerde . . .	
18,490	„	feinerdigen kohlensauren Kalk	27,237 Proc. durch Salzsäure aufschliessbare u. darin lösliche abgeschlämmte Erde.
2,058	„	feinerdige kohlens. Talkerde	
2,651	„	lösliche Kieselerde . . .	
4,038	„	Eisenoxyd und Thonerde .	
34,210	„	weissen lockeren Thon, in Salzsäure u. in wässrigem kohlensauren Natron unlöslich,	
0,101	„	im Wasser lösliche kohlensaure und schwefelsaure Salze des Kalks und der Talkerde,	
0,025	„	im Wasser lösliches Chlorcalcium u. Chlormagnium mit geringen Mengen organischer Substanz, die weder Huminsäure, noch Quellsatzsäure, noch Quellsäure war. Die concentrirte wässrige Lösung war hellweingelb gefärbt, von angenehmen Geruch.	
5,674	„	innig gebundenes Wasser, nebst organischen Vermoderungsprodukten (Huminsubstanzen).	
0,032	„	Wurzelfasern, Stengel und Samen von der möhrenförmigen Haftdolde *(Caucalis daucoides)*.	
100,387.			

Oder nach den Hauptbestandtheilen geordnet, enthielten 100 Theile des *Hungerlehms:*

47,922	Proc.	Kalksteine, grobsandigen u. feinerdigen kohlensauren Kalk	50,069 Prc.	talkerdearmen, dolomitischen Kalk.
2,147	„	kohlensaure Talkerde = 1,02 Proc. reine Talkerde . .		
34,210	„	weissen, unlöslichen Thon .	40,899 Proc.	wasserfreien Thon.
6,689	„	eisenoxydhaltigen, löslichen Thon; darin 2,651 Proc. lösliche Kieselerde		
3,587	„	Quarzsand	3,587 Prc.	Q.-Sand.
0,126	„	im Wasser lösliche Substanzen	0,126 „	Humusextract.
5,706	„	Wasser und organische Substanzen	5,706 „	Wasser u. Humus.
100,387.			100,387.	

Die *lehmige* Beschaffenheit dieses Bodens rührt davon her, dass 20,548 Gewichtstheile feinerdiger, talkerdehaltiger, kohlensaurer Kalk (18,49 Theile kohlensaurer Kalk nebst 2,058 Thln. kohlensaurer Talkerde) mit 40,899 Gew.-Thln. Thon (im wasserfreien Zustande gedacht) gemischt sind; oder nahezu in dem Verhältnisse von 1 Thl. feinerdigem kohlens. Kalk mit 2 Thln. wasserfreien Thon. Durch die Beimengung von 7,942 Proc. Kalksand und Quarzsand, so wie von 25,166 Proc. Kalksteinen wird seine zähe Beschaffenheit sehr vermindert. Auffallend ist die Menge von *weissem* lockeren Thon, da doch die Mergel aus der Umgegend von Jena bei der Analyse einen grauen, bläulichen oder gelblichen unlöslichen Thon gaben. Der Thon im Hungerlehm ist augenscheinlich in seiner Verwitterung weiter vorgeschritten, als die Thone in den rohen Mergeln.

b) Muschelkalkboden aus dem Mühlthale bei Jena.

Die untersuchte Probe wurde einem Acker auf dem linken Ufer des Leutrabachs, am Ausgang des Mühlthals, in der Nähe der Papiermühle entnommen. Die lufttrockene Erde besass hell aschgraue Farbe und steinige Beschaffenheit; sie liess sich im feuchten Zustande leicht zu Klumpen ballen, doch eben so leicht in Klümpchen zerbröckeln, welche lufttrocken geworden, leicht zerreiblich (mürbe) waren.

100 Theile der bei 100° C. getrockneten Erde gaben mir bei der Analyse:

14,233 Proc.	Muschelkalkstücken, jedes im Durchschnitt 3,5 Grm. schwer	38,094 Proc. Muschelkalkstücken u. Muschelkalksand.	39,497 Proc. schwere sandige Theile.
10,194 „	Muschelkalkstücken, jedes im Mittel 0,5 Grm. schwer . .		
5,425 „	Muschelkalkstücken, jedes im Mittel 0,01 Grm. schwer .		
8,242 „	Muschelkalksand, dessen Körnchen leichter als 0,01 Grm. waren, u. kleiner als Hirsekörnchen		
1,403 „	feinen schweren Quarzsand		
37,561 „	feinerdigen, kohlensauren Kalk .	62,524 Proc. feinerdige, abschlämmbare Theile. Das spec. Gewicht derselben, im lufttrocknen Zustande, = 2,47; die wasserhaltende Kraft = 46,25.	
2,025 „	feinerdige, kohlensaure Talkerde = 0,965 Proc. reine Talkerde .		
1,813 „	Eisenoxyd und Thonerde . .		
1,273 „	lösliche Kieselerde		
14,594 „	wasserfreien, hellgelblich-grauen Thon, in Salzsäure u. kohlensaurem Natron unlöslich		
5,258 „	Wasser u. organische Substanzen; beim schwachen Glühen an der Luft entweichend (davon sind 0,544 Theile gelbbraune *Huminsäure*)		
0,052 „	kohlens. Kalk, wenig Talkerde, Spuren von Eisenoxyd, und ziemliche Mengen feinzertheilter Thon . .	0,070 Proc. wässriges Erdextract, nebst höchst feinzertheilter, durchs Filter dringender Erde.	
0,009 „	organische Substanzen, im Weingeist unlöslich		
0,009 „	gelbgefärbte organische Substanz, im Wasser u. wässrigen Weingeist löslich; salpetersaures Silberoxyd bewirkt in dieser Lösung beim Aussetzen ans Licht anfangs Bräunung, später einen schwarzen Niederschlag		
102,091.			

Der gefundene Ueberschuss von 2 Proc. rührt wohl theilweise davon her, dass die Talkerde nicht an Kohlensäure gebunden ist, sondern an lösliche Kieselerde. Nach Abzug dieser an Talkerde gebundenen Kohlensäure bleiben 101,031 Proc. als Summe der bestimmten Verbindungen.

Nimmt man im dichten Muschelkalk von Jena als Durchschnittsgehalt 95 Proc. kohlensauren Kalk an, so enthalten 38,094 Proc. Muschelkalksteinchen und Muschelkalksand 36,189 Proc. kohlens. Kalk. Die Gesammtmenge des kohlens. Kalks beträgt sonach in dem bei 100⁰ C. getrockneten Muschelkalkboden des Mühlthals 36,189 + 37,561 = 73,750 Proc. kohlens. Kalk.

Der Gehalt an löslicher Kieselerde ist in diesem Boden verhältnissmässig gering; der Süsswasserkalkboden von Greussen enthält dreimal mehr davon, als der Muschelkalkboden von Jena.

c) Zusammensetzung einer Ackererde, nördlich vom Jägerhause; nach einer Analyse von Prof. *E. E. Schmid.*

Sie bildet ein ziemlich gleichförmig grobes, etwas rauh anzufühlendes, braunes Pulver und hat ein spec. Gewicht von 2,51.

Die bei 100⁰ C. getrocknete Erde bestand in 100 Theilen aus:

1,40	Proc.	kohlens. Kalk . . .	in Salzsäure löslich.	31,86 Proc. weiche im Wasser nicht aufschlämmbare Mergelklümpchen.
0,06	„	kohlens. Talkerde .		
0,80	„	Eisenoxyd und Thonerde		
0,10	„	Huminsäure, in Ammoniak löslich		
29,50	„	in Salzsäure unlösl. Kieselerdeverbindungen, fast ohne allen Quarzsand, mit etwas Humus . . .		
1,70	„	kohlens. Kalk . . .	in Salzsäure löslich.	65,70 Proc. feine, im Wasser leicht aufschlämmbare Erde.
0,24	„	kohlens. Talkerde .		
3,00	„	Eisenoxyd und Thonerde		
1,00	„	Huminsäure in Ammoniak löslich, kieselerdehaltig		
59,76	„	in Salzsäure unlösliche Kieselerdeverbindungen, mit etwas Humus		
0,40	„	im Schlämmwasser lösliche Salze, vorzüglich quellsatzsaurer Kalk		0,40 Proc. lösliche Salze.
97,96.				97,96.

Die Bestandtheile der in Salzsäure unlöslichen Kieselerdeverbindungen sind Kieselerde, Thonerde, Eisenoxyd und Alka-

lien; die salzsaure Auflösung der Erde enthält neben Kalk, Talkerde, Eisenoxyd und Thonerde, auch geringe Mengen von Alkalien.

Die Gesammtmenge der kohlensauren Talkerde in der Erde betrug nur 0,30 Proc.

d) Ackererde von der Saalaue bei Zwätzen.

Dieser ausserhalb des Bereichs der jetzigen Saalüberschwemmungen befindliche Boden ist hellbraun, fühlt sich milde an; spec. Gew. = 2,59.

Die bei 100° C. getrocknete Erde bestand nach einer Analyse von *E. E. Schmid* in 100 Theilen aus

0,90	Proc. kleinen Steinchen, von mehr als Senfkorngrösse, aus Kalk-, Thonschiefer-, Feldspath- und Quarzkörnchen bestehend; nebst Pflanzenresten.		
16,70	„ im Wasser nicht aufschlämmbaren Sand; aus feinen Muschelkalkstückchen, Quarzsand, Humus und Pflanzenresten bestehend.		
17,60	„ feinerdigem kohlens. Kalk	in Salzsäure löslich.	80,09 Procent feiner, im Wasser aufschlämmbaren Erde.
2,59	„ feinerdiger kohlens. Talkerde		
1,30	„ Eisenoxyd und Thonerde .		
0,70	„ in Ammoniak löslicher Huminsäure		
57,90	„ in Salzsäure unlöslichen thonigen Kieselerdeverbindungen		
0,60	„ im Schlämmwasser löslichen Salzen, vorzüglich quellsatzsaurem und schwefelsaurem Kalk.		
98,29.			

e) Wiesenboden, von der sogenannten Insel bei Jena.

Feinkörnig, hellbraun, milde anzufühlen.

Die bei 100° C. getrocknete Erde bestand nach einer Analyse von *E. E. Schmid* in 100 Theilen aus:

2,47 Proc. kleinen Steinchen, von mehr als Senfkorngrösse, aus Muschelkalkgruss und feinem Saalgeschiebe.

1,74	„	kohlens. Kalk . . .	in Salzsäure löslich.	34,79 Procent im Wasser nicht aufschlämmbarem Sand.
0,40	„	kohlens. Talkerde . .		
0,49	„	Eisenoxyd und Thonerde		
0,07	„	in Ammoniak löslicher Huminsäure		
32,09	„	in Salzsäure unlöslichen Kieselerdeverbindungen mit wenig Humus		
5,32	„	kohlens. Kalk . . .	in Salzsäure löslich.	61,70 Proc. feiner, im Wasser leicht aufschlämmbarer Erde.
1,34	„	kohlens. Talkerde .		
3,49	„	Eisenoxyd und Thonerde		
0,42	„	in Ammoniak löslicher Huminsäure		
51,13	„	in Salzsäure unlöslichen Kieselerdeverbindungen mit wenig Humus		
98,96.				

Vorstehende drei Analysen von *E. E. Schmid* sind dem Werke „die geognostischen Verhältnisse des Saalthals bei Jena von Dr. *E. E. Schmid* und Dr. *M. J. Schleiden*, Professoren in Jena; Leipzig bei Engelmann 1846", entnommen.

Gesteine und Erden

aus anderen Gegenden Thüringens.

Grauer späthiger Gyps von Arnstadt.

Er wird von schlackigen, körnig-krystallinischen, eisenoxydulhaltigen Dolomiten begleitet, deren Höhlungen mit gelbem, erdigen, eisenschüssigen Dolomit erfüllt sind. Spec. Gewicht des Gypses = 2,278.

100 Theile des lufttrocknen Gypses gaben mir bei der Analyse:

33,36	Proc.	Kalk,
0,86	„	Talkerde,
45,39	„	Schwefelsäure,
0,67	„	in Salzsäure lösliches Eisenoxyd nebst Thonerde,
0,56	„	in Salzsäure unlöslichen grauen Thon, nebst löslicher Kieselerde,
20,33	„	Wasser.
101,17.		

Oder auf Salze berechnet:

31,771	Proc.	Kalk	97,582 Proc. Gyps.
45,387	„	Schwefelsäure	
20,424	„	Wasser	
1,590	„	Kalk	3,680 Proc. dolomitischen Thon.
0,860	„	Talkerde	
0,670	„	Eisenoxyd und Thonerde	
0,560	„	unlöslichen Thon u. lösliche Kieselerde	
		Unbestimmte Menge von Kohlensäure	
101,262.			

Oder auf 100 Theile vertheilt:

96,36	Proc.	reinen Gyps (gewässerten schwefelsauren Kalk),
3,64	„	dolomitischen, eisenoxydulhaltigen, theilweise in Salzsäuren löslichen Thon (Lettenthon u. gemeinen Thon).
100,00.		

Tuffstein neuster Bildung aus dem Bebrawasser bei Sondershausen.

Herr *Bartels*, Besitzer der Ziegelei in Bebra bei Sondershausen, übergab mir einen Niederschlag *(a)*, den er beim Kochen von 5 Quart Bebrawasser im eisernen Kessel erhalten hatte, ferner einen Tuffstein *(b)*, der sich an die Wasserräder, welche durch dasselbe Wasser getrieben werden, abgesetzt hatte.

Der Niederschlag *a.* bestand grösstentheils aus *kohlensaurem Kalk*, einer nachweisbaren Menge von *Gyps*, *Talkerde* und *Eisenoxyd* (letzteres wohl durch den eisernen Kessel hineingekommen) und etwas *Thon*.

100 Theile des Tuffsteins *b.* bestanden aus:

96,838	Proc.	kohlensaurem Kalk,
0,964	„	kohlens. Talkerde = 0,467 Proc. reiner Talkerde,
0,983	„	organischer Substanz,
1,215	„	Wasser.
100,000.		

Gyps konnte im Tuffsteine nicht gefunden werden.

Umgegend von Greussen bei Erfurt.

Der Untergrund der Aecker am linken Ufer der Helbe, von Clingen abwärts nach Greussen bis nach Grüningen, besteht aus *Süsswasserkalk*, der in bedeutender Mächtigkeit auftritt und durch Steinbruchbau aufgeschlossen an vielen Stellen zu Tage liegt. Er wird als Mauerstein verwendet und führt den Namen *Tuffstein;* der stalaktitische röhrenförmige dient zum Bau von Grotten, daher sein Name *Grottenstein;* der erdige, krystallinisch-körnige, gelbliche Süsswasserkalk dient als Streusand in den Zimmern.

Der vom rechten Helbeufer sanft ansteigende Höhenzug, welcher das Unstrutthal vom Helbethale trennt, besteht aus wechselnden Lagern von Gyps, Dolomit und buntem Mergel. So liegen z. B. an der Chaussee zwischen Greussen und Straussfurt in der Nähe von Schilfa Gyps, schiefrige Mergel und Dolomit durch Steinbruchbau aufgeschlossen; desgleichen auf dem Kirchberge zwischen Greussen und Clingen, wo auf dem Gypse schiefergraue und röthliche Lettenschichten mit einander wechseln. Auf dem linken Helbeufer treten bei Herrenschwende bedeutende Gypsschichten, vorzüglich weisser dichter Gyps zu Tage, auf ihnen liegen die bunten Mergel in bedeutender Entwickelung, und sind schon von weitem durch ihre eigenthümliche Färbung bemerkbar. Auf dem Plateau zwischen dem Unstrut- und Helbethale finden sich mächtige *Lehm-* und *Kieslager;* so unter anderen auf dem Wormberge am Wege von Greussen nach Tennstädt, bei Westgreussen u. s. w. Feuersteinartige graue und röthliche *Süsswasserquarze* begleiten die bunten Letten und Mergel.

Nach *Hausmann* gehören jene Mergel, Dolomite und Gypse zur Keuperformation.

a) Schiefriger dolomitischer Mergel von Schilfa bei Greussen. Er liegt auf Gyps, einige Fuss unter der Dammerde, ist ziemlich dicht und gleichförmig, schiefergrau.

100 Theile des lufttrocknen Mergels enthielten:

0,291	Proc.	schwefelsauren Kalk (wasserfreien Gyps),	
9,345	„	kohlensauren Kalk	16,554 Proc. Dolomit.
7,209	„	kohlensaure Talkerde	
13,994	„	lösliche Kieselerde	26,799 Proc. durch Salzsäure aufschliessbaren Lettenthon.
6,320	„	Thonerde	
2,880	„	Eisenoxydul	
3,605	„	Talkerde	
46,456	„	in Salzsäure und wässrigem kohlensauren Natron unlöslichen, schiefergrauen, beim Glühen gelblich werdenden Thon.	
9,900	„	Wasser.	
100,000.			

Die Gesammtmenge der reinen Talkerde in diesem Mergel beträgt 7,038 Procent.

b) Dolomitischer Letten, von der Höhe des Kirchbergs hinter Clingen, in der Nähe von Greussen. Er liegt über dem Gyps.

In einer hellschiefergrauen Grundmasse zeigten sich dichtere, etwas dunklere, verhärtete Lettenbrocken eingeknetet; da, wo er sich zerklüftet hatte, war seine Farbe durch Umwandlung des Eisenoxyduls in Eisenoxyd in eine schmutzig rothbraune übergegangen. Mit kaltem Wasser übergossen zerfiel er in kleine Klümpchen. Das abfiltrirte Schlämmwasser enthielt Spuren von Gyps und organischer Substanz.

Durch Schlämmen mit Wasser wurde der lufttrockne Letten zerlegt in:

2,706	Proc.	gelben rauhen Sand, der, mit Säure übergossen, brauste,
97,294	„	wasserhaltigen, feinerdigen Letten (darin 7,425 Theile Wassser und 89,869 Thle. trockner Letten).
100,000.		

100 Theile des lufttrocknen Lettens bestanden aus:

Proc.	Bestandtheil	Gruppe	Gesammt
2,188	kohlensaurem Kalk	2,706 Proc. schweren sandigen Theilen.	
0,086	kohlensaurer Talkerde		
0,051	löslicher Kieselerde		
0,044	Eisenoxyd u. Thonerde		
0,237	wasserfreiem Thon		
0,061	weissem Quarzsand		
0,039	Verlust		
11,523	kohlensaurem Kalk	20,353 Proc. feinerdigem Dolomit.	97,294 Proc. feinen abschlämmbaren Theilen.
8,830	kohlens. Talkerde		
2,421	Talkerde	14,081 Proc. Lettenthon, durch *Salzsäure* aufschliessbar.	
2,820	Eisenoxydul		
2,717	Thonerde		
6,123	Kieselerde		
1,791	Talkerde	24,506 Proc. gemeinem Thon; durch Salzsäure nicht aufschliessbar, aber durch *Schwefelsäure*.	
4,476	Eisenoxyd		
6,954	Thonerde		
11,285	Kieselerde		
28,223	kieselerdereichem Thon; in Säuren und kohlensauren Alkalien unlöslich; durch Abdampfen mit *Kalilauge* aufschliessbar		
2,706	feinzertheiltem Quarzsand, Glimmersand u. s. w.		
7,425	Wasser, erst durch Glühen vollständig zu entfernen		
100,000.			

Die Dichtigkeit des abgeschlämmten lufttrocknen Lettens war 2,519.

100 Gewichtstheile des lufttrocknen, abgeschlämmten Lettens hielten mit Wasser durchfeuchtet 58 Gewichtstheile Wasser zurück; die wasserhaltende Kraft desselben ist also = 58.

Bei einem Versuche wurden nur 0,085 Proc. kohlensaures Kali und Chlorkalium im Letten gefunden.

Im ungeschlämmten lufttrocknen Letten betrug

die Gesammtmenge	des kohlensauren Kalks	. .	13,711	Proc.
„ „ „	der reinen Talkerde	. . .	8,459	„
„ „ „	der durch Salzsäure auflöslich werdenden Kieselerde		6,174	„
„ „ „	des Eisenoxyds (das vorhandene Eisenoxydul ebenfalls auf Oxyd berechnet)		7,653	Proc.
Die Menge der	an Kohlensäure gebundenen Talkerde betrug		4,247	Proc.
„ „ „	an Kieselerde gebundenen Talkerde betrug		4,212	„

Bildung des Greussener Lettens.

Derselbe lässt sich als ein Verwitterungsprodukt des *Talkerdeglimmers* betrachten. Durch Austreten von kieselsaurem Kali aus dem Talkerdeglimmer bildete sich *Lettenthon;* denn *Talkerdeglimmer von Rosendal* besitzt nach *Svanberg's* Analyse berechnet die Formel

$6(MgO, SiO) + 5(FeO, SiO) + 3(Al^2O^3, 4SiO) + (KO, 3SiO) + HO,$
oder wenn MgO und FeO $=$ RO gesetzt werden, so ist die Formel desselben

$$= 11(RO, SiO) + 3(Al^2O^3, 4SiO) + (KO, 3SiO) + HO.$$

Tritt aus dieser Verbindung $(KO, 3SiO) + HO$ heraus, so bleibt $11(RO, SiO) + 3(Al^2O^3, 4SiO)$ übrig; dieses ist aber nahezu *Lettenthon von Greussen.* Aus der Zusammensetzung des letzteren berechnet sich nämlich die Formel

$15(RO, SiO) + 4(Al^2O^3, 4SiO)$; aber 15 : 4 ist nahezu gleich 11 : 3.

Durch Austreten von kieselsaurer Talkerde und Oxydation des Eisenoxyduls bildete sich aus dem Lettenthone *gemeiner Thon;* durch Einwirkung des kalkhaltigen kohlensauren Wassers auf die kieselsaure Talkerde entstand kohlensaure Kalk-Talkerde oder *Dolomit;* aus dem kieselsauren Kali wurde durch Einwirkung des kohlensäurehaltigen Wassers *kohlensaures Kali* gebildet, das mit dem Wasser wegging, während die ausgeschiedene Kieselerde, mit einem Theile von Thonerde vereinigt, als *kieselerdereicher Thon* zurückblieb.

c) *Süsswasserkalkboden aus dem Helbethale bei Greussen.*

Die untersuchte Probe wurde einem Acker am Fahrwege zwischen Greussen und Grüningen entnommen; auf demselben Acker befand sich ein Tuffkalkbruch.

1) *Zusammensetzung des den Untergrund bildenden Tuffkalks.*

Die analysirte Probe war gelblichweiss, röhrigwarzig, sehr schwer zu zerreiben.

100 Theile des lufttrocknen Gesteins lieferten mir bei der Analyse:

98,46	Proc.	kohlensauren Kalk (mit Einschluss von etwas organischer Substanz und wenig Wasser, aus dem Verluste bestimmt),
1,22	„	kohlens. Talkerde = 0,58 Proc. reine Talkerde,
0,20	„	Eisenoxyd und Thonerde,
0,12	„	in Salzsäure unlöslichen, etwas braungefärbten Thon.
100,00.		

2) *Analyse des Süsswasserkalkbodens.*

Die *Farbe* der Erdprobe dunkelgrau; die *Beschaffenheit* feinerdig, mürbe.

100 Theile der lufttrocknen Erde enthielten:

8,985	Proc.	hirsekorngrosse und grössere Süsswasserkalkstückchen, mit einzelnen Muschelbruchstücken und einzelnen Quarzkörnchen,
12,845	„	feinere schwere sandige Theile, leicht im Wasser niedersinkend, gelblichgrau; grösstentheils aus Süsswasserkalkkörnchen bestehend (*Sanderde*),
78,047	„	abschlämmbare, lufttrockne, dunkelaschgraue *Feinerde;* das spec. Gewicht derselben = 2,611. Die wasserhaltende Kraft derselben = 45.
0,123	„	im Wasser lösliche organische und unorganische Substanzen.
100,000.		

100 Theile des lufttrocknen Süsswasserkalkbodens gaben mir bei der genaueren Analyse:

8,985 Proc.	hirsekorngrosse und grössere Süsswasserkalkstückchen von gelblicher Farbe; das Gewicht der einzelnen Körnchen betrug im Mittel 0,01 Gramm; nur wenige Stückchen wogen 0,1 Grm., ein einziges 1,05 Grm. Es fanden sich einzelne Süsswassermuschelstückchen und Quarzkörnchen darunter.	
9,888 „	feinsandigen kohlensauren Kalk .	12,845 Proc. schweren Sand, dessen Körnchen kleiner als Hirsekörner.
0,235 „	feinsandige kohlens. Talkerde = 0,112 Proc. reine Talkerde	
0,152 „	Eisenoxyd und Thonerde	
0,355 „	hellbräunlichgrauen, in Salzsäure unlöslichen Thon	
0,087 „	bräunliche Huminsäure	
0,034 „	organische Reste (Huminsubstanzen)	
2,094 „	feinen weissen Quarzsand, mit sehr wenig schwarzen Glimmerblättchen .	
18,605 „	feinerdigen kohlensauren Kalk . .	78,533 Proc. feine abgeschlämmte lufttrockne Erde.
1,800 „	reine Talkerde . . . } Lettenthon	
4,374 „	Eisenoxyd u. Thonerde } Lettenthon	
3,523 „	lösliche Kieselerde . } Lettenthon	
44,377 „	in Salzsäure u. in wässrigem kohlens. Natron unlöslichen grauweissen Thon und feinsten Quarzsand	
5,854 „	Wasser und organische Substanz, bei schwachem Glühen an der Luft entweichend. Darin 0,487 Prc. schwarzbraune Huminsäure, durch wässriges kohlens. Natron ausgezogen u. durch Salzsäure gefällt	
0,072 „	im wässrigen Weingeist unlösliche, im filtrirten Schlämmwasser theils suspendirte, theils gelöst gewesene Substanzen; sie bestanden aus 0,020 Proc. organischen Stoffen, 0,052 Proc. Erde, einem Gemisch aus *kohlens. Kalk*, *Thon* und *wenig Gyps*	0,123 Proc. wässriges Erdextract.
0,051 „	im wässrigen Weingeist lösliche Substanzen des Schlämmwassers; sie bestanden grösstentheils aus organischen, die Silberlösung am Lichte reducirenden Stoffen mit kleinen Mengen von Kalk. Die Auflösung besass gelbliche Farbe	
100,486.		

Bemerkungen. 1) Da der Tuffkalk, welcher den Untergrund des untersuchten Bodens bildet, nahezu 98 Proc. reinen kohlensauren Kalk enthält, so sind in 8,985 Proc. Tuffkalk 8,605 Proc. reiner kohlensaurer Kalk vorhanden. Die Menge des reinen kohlens. Kalks im Süsswasserkalkboden beträgt sonach

$$8{,}605 + 9{,}888 + 18{,}605 = 37{,}098 \text{ Proc. } CaO, CO^2.$$

2) Die Menge der Talkerde im Tuffkalk beträgt 0,6 Proc.; folglich sind in 8,985 desselben 0,054 Proc. Talkerde; der Süsswasserkalkboden enthält sonach

$0{,}054 + 0{,}112 + 1{,}800 = 1{,}966$ oder nahezu 2 Proc. reine Talkerde.

Der Süsswasserkalkboden von Greussen enthält also im lufttrocknen Zustande:

44,5	Proc.	Thon und feinsten Quarzsand,
2,1	„	gröberen Quarzsand,
37,1	„	kohlensauren Kalk,
2,0	„	reine Talkerde,
3,5	„	lösliche Kieselerde,
4,5	„	Eisenoxyd und Thonerde,
6,3	„	Wasser und organische Substanzen.
100,0.		

Ungeachtet der geringen Menge des durch Schlämmen und Behandeln des schweren Schlämmrückstandes mit Säure abgeschiedenen *Quarzsandes* führt jener Süsswasserkalkboden den Namen *Sandboden* bei den dortigen Landwirthen.

d) Gelber Diluviallehm vom Wormberge bei Greussen.

Das Lehmlager besitzt eine bedeutende Ausdehnung und Mächtigkeit; der Lehm ist sehr fein zertheilt, sehr gleichförmig. Seine Dichtigkeit ist 2,541. Seine wasserhaltende Kraft = 42,7 (100 Theile des lufttrocknen Lehms halten beim Durchfeuchten 42,7 Theile Wasser zurück).

Nach einer, unter meiner Leitung von Herrn *G. Zincke*, Mitglied des landwirthschaftlichen Instituts, angestellten Analyse, besteht dieser Lehm in 100 Theilen aus:

4,901	Proc.	feinsandigem kohlensauren Kalk .	54,709 Proc. *schwereren* sandigen Theilen, von ziemlich feiner Zertheilung.
0,569	„	feinsandiger kohlensaurer Talkerde = 0,271 Proc. reiner Talkerde . .	
1,488	„	Eisenoxyd	
0,958	„	Thonerde	
46,793	„	in Salzsäure unlöslichem Glimmersand, Quarzsand, nebst kleinen Mengen löslicher Kieselerde	
2,462	„	löslicher Kieselerde	41,178 Proc. feinzertheilt. abschlämmbar. Theilen.
7,881	„	Eisenoxyd und Thonerde	
2,584	„	Kalk	
0,341	„	Talkerde	
27,910	„	wasserfreiem grauen, in Salzsäure und kohlensaurem Natron unlöslichen Thon	
0,600	„	feinzertheiltem, durchs Filter dringenden Thon; kohlensaurem Kalk, kohlensaurer Talkerde; Gyps; Bittersalz	0,765 Prc. im Wasser lösl. Salzen und durchs Filter gegangener feinzertheilt. Erde.
0,165	„	Kochsalz, Chlorkalium, Chlorcalcium, Chlormagnium	
3,000	„	Wasser.	
99,652.			

Oder den Hauptbestandtheilen nach zusammengestellt, abgesehen von dem Zertheilungsgrade, besteht der lufttrockne Lehm von Greussen aus:

46,793	Proc.	Glimmersand und Quarzsand,
27,910	„	grauem Thon, in Salzsäure unlöslich,
10,327	„	Eisenoxyd und Thonerde,
2,462	„	löslicher Kieselerde,
5,329	„	Kalk = (9,515 Proc. kohlensaurem Kalk),
0,612	„	Talkerde = (1,285 Proc. kohlens. Talkerde),
0,765	„	höchstfeinzertheilter, durchs Filter gegangener Erde und im Wasser löslichen Salzen,
3,000	„	Wasser,
2,802	„	Kohlensäure und Verlust.
100,000.		

Eine Haupteigenschaft dieses Lehms und derjenigen cultivirten Bodenarten, deren Hauptgemengtheil er bildet, ist die *mürbe* Beschaffenheit derselben, wenn sie nach dem Durchtränken mit Feuchtigkeit wieder trocken geworden sind. Während der feuchte Lettenboden nach dem Austrocknen sich stark zusammenzieht und harte, schwer zu zertheilende Klumpen bildet, zerfällt der getrocknete Lehm bei dem geringsten Schlage zu Erde.

Der Grund dieser Beschaffenheit liegt in dem Gehalte v. 54,7 Proc. feinsandigen Theilen, unter denen 46,8 Proc. feiner Glimmer- und Quarzsand sich befinden. Das Eisen ist in diesem Lehme als Eisenoxyd vorhanden, während die begleitenden Letten und Mergel dasselbe vorzugsweise als Oxydul enthalten. Die Anwesenheit des Glimmersandes trägt wesentlich zur Fruchtbarkeit derjenigen Felder bei, deren Hauptgemengtheil aus Lehm besteht. Auffallend ist die geringe Menge von Talkerde; während die anliegenden Letten bis zu 8,854 Proc. Talkerde enthalten, finden sich im Lehm nur 0,612 Proc. derselben.

Auch der Kalkgehalt ist im Verhältniss nur unbedeutend; als kohlensaurer Kalk berechnet beläuft sich seine Menge auf 9,5 Proc. oder mit Einschluss der kohlensauren Talkerde kommen 10,8 Proc. talkerdehaltiger erdiger kohlensaurer Kalk auf 40,7 Proc. eisenschüssigen Thon.

Umgegend von Eisenach.

Dichter thoniger Dolomit von Creutzburg.

Derselbe sollte zur Cämentbereitung benutzt werden; die Versuche fielen aber ungünstig aus. Nach einer Analyse des Hn. Apoth. *Richard Mirus* besteht derselbe in 100 Theilen aus:

45,693	Proc.	kohlensaurem Kalk . . .	84,293 Proc. Dolomit.
38,600	„	kohlensaurer Talkerde . .	
1,200	„	Eisenoxyd und Thonerde .	15,707 „ Thon.
10,080	„	in Salzsäure unlöslichem Thon	
4,427	„	Wasser und Verlust . . .	
100,000.			100,000.

Umgegend von Kahla.

Künstlicher Cäment von Kahla.

Nach einer im Jahre 1845 von mir im Laboratorium des Herrn Hofrath *Wackenroder* in Jena vorgenommenen Analyse besteht derselbe in 100 Theilen aus:

43,52	Proc.	Kalk (Aetzkalk, gebranntem Kalk),
11,54	„	kohlensaurem Kalk,
2,56	„	schwefelsaurem Kalk (wasserfreiem Gyps),
2,30	„	Talkerde,
18,26	„	löslicher Kieselerde,
8,30	„	Thonerde,
6,50	„	Eisenoxyd,
0,20	„	Manganoxyd,
4,56	„	in Salzsäure unlöslichem Thon und Sand,
3,70	„	Wasser.
101,44.		

Berechnet man den Aetzkalk und die Talkerde auf kohlensauren Kalk und kohlensaure Talkerde, so ergeben sich für den *ungebrannten* Cämentstein folgende Procente:

66,38	Proc.	kohlensaurer Kalk,
3,59	„	kohlensaure Talkerde,
1,90	„	schwefelsaurer Kalk,
28,13	„	eisenhaltiger Thon.
100,00.		

Die Eigenschaft dieses guten Cäments oder Wassermörtels, unter Wasser zu einer festen Masse zu erhärten, verdankt derselbe seinem hohen Gehalte an *löslicher Kieselerde* und seinem *verhältnissmässigen, nicht zu hohen Gehalte an Aetzkalk.*

Wird der frischgebrannte reine Aetzkalk mit Wasser zusammengebracht, so zerfällt derselbe unter Wasseraufnahme und starker Erhitzung zu gewässertem Kalk (Kalkhydrat), welches in vielem Wasser nach und nach sich auflöst. Reiner (sogenannter fetter) gebrannter Kalk kann sonach nicht als Wassermörtel dienen. Ist dem gebrannten Kalk (Aetzkalk) eine gewisse Menge löslicher Kieselerde beigemengt, so löscht er sich zwar auch mit Wasser, d. h. er verbindet sich damit, aber gleichzeitig tritt der gewässerte Kalk mit Kieselerde in Ver-

bindung, und es entsteht daraus wasserhaltiger gekieselter Kalk (Kalkhydrosilicat), der im Wasser unlöslich ist; als solcher ist er sonach zum Wassermörtel tauglich.

Zum Cämentbrennen sind nur solche Kalksteine anwendbar, welche wenigstens 20, höchstens 30 Procent Thon (gewässerte kieselsaure Thonerde, Thonerdehydrosilicat) enthalten. Beim Brennen verliert der kohlensaure Kalk seine Kohlensäure; der gebildete Aetzkalk wirkt zersetzend auf den Thon, scheidet Thonerde ab und verbindet sich mit der Kieselerde. Die Hitze darf nicht so weit gesteigert werden, dass der Cämentstein zusammensintert, oder eine theilweise Schmelzung erleidet, weil alsdann der kieselsaure Kalk seine Eigenschaft, sich mit Wasser zu verbinden und zu erhärten, verloren hat.

Gesteine und Erden
aus anderen Gegenden Deutschlands.

Kieselguhr von Hermannsburg.

Derselbe wurde dem Herrn Hofrath *Wackenroder* in Jena vom Herrn Hauptmann *Schneider* aus Burgdorf zugeschickt; Herr Hofrath *Wackenroder* hatte die Güte, mir etwas davon zur Analyse zu überlassen.

Dieser Kieselguhr bildet ein höchst lockeres weisses Pulver.

Das spec. Gewicht des lufttrocknen Kieselguhrs = 1,9684 (wenn Wasser von 18° C. = 1 gesetzt wird).

Wasserhaltende Kraft desselben = 463 (100 Gewichtstheile lufttrockner Kieselguhr halten 463 Gew.-Thle. Wasser zurück, wenn sie damit durchfeuchtet werden).

Durch Kochen mit Salpetersäure konnten dem lufttrocknen Kieselguhr nur 0,722 Proc. Thonerde, Eisenoxyd und Kalk entzogen werden.

Kochendes wässriges kohlens. Natron zog 7,15 Procent Kieselerde aus.

Durch kochende Kalilauge wurde der grösste Theil des Kieselguhrs aufgeschlossen.

100 Theile des lufttrocknen Kieselguhrs gaben mir bei der Analyse:

71,950	Proc.	lösliche Kieselerde	nach dem Kochen des Kieselguhrs mit Kalilauge in verdünnter Salzsäure löslich.
0,900	„	Eisenoxyd u. Thonerde	
0,392	„	Kalk	
9,220	„	unaufgeschlossene, lockere, weisse thonige Theile, in Salzsäure unlöslich,	
4,190	„	Quarzsand (weiss, feinkörnig),	
11,150	„	Wasser.	
97,802.			
2,198	Proc.	Verlust; ob Alkalien, wurde nicht ermittelt.	
100,000.			

Sandstein aus der Nähe von Durlach in Baden.

Das Handstück, von welchem eine Probe zur Untersuchung angewandt wurde, stammt aus den Grötzinger Steinbrüchen in der Nähe von Durlach. Auf demselben zeigt sich ein Theil der Sandsteinmasse säulenförmig abgesondert. Die Länge der Säule beträgt 0,170 Meter, ihr grösster Durchmesser 0,025 Meter. Die Säule ist 12-seitig, an den Kanten abgerundet, 6 Seiten sind bloss gelegt, 6 sind mit dem Steine verwachsen; beim Zerschlagen, behufs der Analyse, schälte sich jedoch die 12-seitige Säule vollständig aus der Umhüllung. Der Sandstein, sowie die darin vorkommende säulenförmige Absonderung besitzt auf frischem Bruch eine graue, an den der Luft ausgesetzten Stellen eine hell röthlich-graue Farbe. Unter der Loupe erkennt man dicht aneinander geklebte (scheinbar zusammengefrittete), eckige, farblose Quarzkörner. Silberglänzende Glimmerblättchen sind sparsam eingemengt; kleine Höhlungen sind mit gelbbräunlichem Eisenocher ausgefüllt. Der letztere ist aber nicht als das eigentliche Cäment der Quarzkörnchen zu betrachten, denn beim Kochen des Sandsteins mit conc. Salzsäure zerfallen die Stückchen desselben durchaus nicht in einzelne Körner, sondern behalten ihren Zusammenhang. Ein Aufbrausen des zerriebenen Steins beim Uebergiessen mit Salzsäure ist nicht zu bemerken. Der Sandstein ist sehr hart und schwer zu zerreiben.

Spec. Gewicht desselben = 2,525 (Wasser von gewöhnlicher Temperatur = 1).

100 Theile des lufttrocknen Sandsteins von Grötzingen enthielten:

0,496 Proc.	lösliche Kieselerde . .	2,358 Procent durch Salzsäure aufschliessbare Bestandtheile (Eisenoxydhydrat, Dolomit u. löslichen Thon).
0,170 „	Thonerde	
0,620 „	Eisenoxyd	
0,120 „	Kalk (= 0,214 kohlensauren Kalk)	
0,102 „	Talkerde (= 0,214 kohlensaurer Talkerde) . . .	
0,850 „	Wasser und Kohlensäure	
1,520 „	lösliche Kieselerde . .	2,473 Proc. gemeinen Thon (in Salzsäure u. wässrigem kohlens. Natron unlöslich; aufschliessbar durch Schwefelsäure.
0,953 „	Thonerde und Eisenoxyd	
12,690 „	kieselerdereichen Thon; unlöslich in Salzsäure, Schwefelsäure und wässrigem kohlensauren Natron; aufschliessbar durch concentrirte Kalilauge.	
82,479 „	Quarz, mit kleinen Mengen von Glimmer; unlöslich in wässriger Salzsäure, Schwefelsäure, kohlens. Natron und Kalilauge; aufschliessbar durch glühend schmelzendes kohlens. Kali.	
100,000.		

Phosphorsäure, *Flusssäure* und *Schwefelsäure* konnten im Grötzinger Sandstein nicht gefunden werden.

Umgegend von Lemgo im Lippischen.

a) *Weisser Sand vom Gröchtenhofe bei Lemgo.*

Dieser fast rein weisse, feinkörnige, lose Sand liegt unter einer wenig mächtigen Schicht von gelbem Lehm; an manchen Stellen ist die Mächtigkeit des Sandes über 40 Fuss. Man benutzt ihn als Streusand und zur Glasbereitung. In einem Milligramme desselben zählte ich mittelst einer guten Lupe gegen 200 Körnchen.

Spec. Gewicht des lufttrocknen Sandes = 2,643 (Wasser von 15° C. = 1).

Wasserhaltende Kraft desselben = 26,80 (Dauer des Versuchs 24 Stunden).

100 Theile lufttrockner Sand bestanden aus:

99,65	Proc.	reinem *weissen Quarzsand* mit einzelnen weissen *Glimmerblättchen*,
0,25	„	*Eisenoxyd*, *Thonerde* und *kohlens. Kalk*; durch Salzsäure ausziehbar,
0,10	„	Wasser.
100,00.		

b) Bläulichgrauer, dichter Keupermergel von Lemgo.

Die analysirte Probe stammte vom Felsenkeller zu Brake bei Lemgo. Nach einer von Herrn *Albrecht Overbeck* und mir im pharmaceutischen Laboratorium des Herrn Medicinalassesors *Overbeck* in Lemgo vorgenommenen Analyse enthalten 100 Th. dieses Mergels im lufttrocknen Zustande

10,24	Proc.	Kalk = 18,28 Proc. kohlens. Kalk	42,22 Proc. Dolomit.	
11,40	„	Talkerde = 23,94 „ kohlens. Talkerde		
20,00	„	Kohlensäure		
2,25	„	Eisenoxydul	9,50 Proc. eisenoxydulhaltigen, durch Salzsäure aufschliessbaren Thon (Lettenthon).	
0,23	„	Manganoxydul		
3,27	„	Thonerde		
3,75	„	lösliche Kieselerde		
5,00	„	Wasser,		
48,63	„	gelblichgrauen Thon; in Salzsäure und wässrigem kohlensauren Natron unlöslich.		
104,77.				

Der bedeutende Ueberschuss von 4,77 Proc. rührt wohl theilweise daher, dass der abgeschiedene gelblichgraue Thon zu schwach geglüht wurde und noch Wasser enthielt. Nach Abzug des Ueberschusses bleiben noch 48,63 — 4,77 = 43,86 Proc. wasserfreier, in Salzsäure unlöslicher Thon.

Seiner Zusammensetzung nach würde der untersuchte Mergel ein *eisenoxydulhaltiger Dolomitmergel* zu nennen sein.

Auffallend ist der bedeutende Talkerdegehalt desselben; während alle von *R. Brandes* analysirten Mergel aus der Umgegend von Lemgo nur geringe Mengen (0,5 — 2 Proc.) Talkerde enthielten (vergleiche die Schrift von *R. Brandes*: die Mineralquellen und Schwefelschlammbäder zu Meinberg; Lemgo

1832; Meyer'sche Hofbuchhandlung), steigt die Menge der reinen Talkerde im Brake'schen Mergel auf 11,5 Procent.

c) Grauer Töpferthon von Friedrichsfelde bei Lemgo.

Er findet sich in der Nähe des versteinerungsreichen Grobkalkbruchs bei Friedrichsfelde und der Sandgrube beim Gröchtenhofe.

Der lufttrockne, schiefergraue Thon gab beim Schlämmen 9,4 Procent Sand und 90,6 Proc. feinen Thon. Beim Glühen verlor der ungeschlämmte lufttrockne Thon 11 Procent Wasser und etwas organische Substanz.

Spec. Gewicht des geschlämmten lufttrocknen Thones = 2,543.

Wasserhaltende Kraft des geschlämmten lufttrocknen Thons = 82,6 (Dauer des Versuchs 39 Stunden).

Wassergehalt des geschlämmten lufttrocknen Thones = 9 Procent.

100 Theile lufttrockner Töpferthon von Friedrichsfelde enthalten nach einer von mir angestellten Analyse:

3,127	Proc.	*hygroskopisches Wasser*; unterhalb und bei 100° C. entweichend . .	11,000 Proc. *Glühverlust* des lufttrocknen Thons.
7,523	„	*chemisch gebundenes Wasser* nebst etwas organischer Substanz (Glühverlust des bei 100° C. getrockneten Thons)	
0,350	„	*dunkelbraune Huminsäure* (durch Kochen mit wässrigem kohlensauren Natron ausgezogen und aus der dunkelbraunen Lösung durch Salzsäure gefällt)	
0,670	„	*lösliche Kieselerde* .	2,522 Proc. *dolomitisch. eisenschüssigen Thon* (Lettenthon), durch Salzsäure aufschliessbar.
0,723	„	*Thonerde*	
0,325	„	*Eisenoxyd* (theilweise als Eisenoxydul im Thone vorhanden)	
0,651	„	*kohlensauren Kalk* .	
0,153	„	*kohlensaure Talkerde*	
13,522	Latus.		

13,522 Proc. dol. Lettenthon u. Glühverlust (Uebertrag v. vor. S.).

6,854 „	*lösliche Kieselerde* .	24,860 Proc. *talkerdehaltigen eisenschüssigen Thon* (Glimmerthon); nicht aufschliessb. durch Salzsäure, wohl aber durch siedende concentrirte Schwefelsäure.
13,829 „	*Thonerde*	
3,244 „	*Eisenoxyd* (theilweise als Eisenoxydul im Thone vorhanden); noch mit etwas Thonerde und Kieselerde verunreinigt .	
0,365 „	*Eisenoxyd* (im Thone als Eisenoxydul vorhanden), Eisenoxydul vorhanden), mit wenig *Manganoxyd*, *Talkerde* und Spuren von *Kalk*	
0,568 „	*Talkerde*	
28,350 „	*lösliche Kieselerde* .	36,900 Proc. *eisenoxydhaltiger kieselerdereicher Thon*, theilweise noch in der Form sehr feiner, unter der Lupe deutlich erkennbarer, weisser, silberglänzender Glimmerblättchen; nicht angreifbar durch Salzsäure, Schwefelsäure und wässriges kohlens. Natron; aufschliessbar durch conc. Kalilauge beim Eindampfen.
3,013 „	*Thonerde* .	
0,804 „	*Eisenoxyd*	
kleine Mengen	von *Talkerde*	
4,733 Proc.	*Verlust* (ob Kali oder Natron od. beide zugleich, wurde nicht ermittelt) . .	
16,688 „	*glimmerhaltigen*, *kieselerdereichen Thon*; bei einer zweiten Behandlung durch concentrirte Kalilauge aufschliessbar.	
2,662 „	*weissen*, *höchst feinen Quarzsand*, im Wasser leicht aufschlämmbar, deshalb mechanisch von den thonigen Theilen nicht zu trennen.	
9,393 „	*feinen weissen Quarzsand* mit wenig Glimmerblättchen; unlöslich in Salzsäure	9,400 Proc. *feinen Sand*; durch Schlämmen mit Wasser von den thonigen Theilen trennbar.
0,007 „	*Eisenoxyd*, *Thonerde* und wenig *Kalk*; in Salzsäure auflöslich . .	
104,032.		

Der bedeutende Ueberschuss von 4,032 Proc. fällt vorzugsweise auf die Analyse des in Salzsäure unlöslichen, aber durch Schwefelsäure aufschliessbaren Thons. Die schwefels. Lösung wurde mit kohlens. Natron in der Kälte gefällt, der Niederschlag (Hydrate der Thonerde und des Eisenoxyds mit etwas Kieselerde) feucht mit Kalilauge gekocht, das abgeschiedene Eisenoxyd, dem noch etwas Kieselerde und Thonerde anhing, gesammelt. Aus der alkalischen Lösung wurde durch Salmiak kieselerdehaltige Thonerde gefällt und diese durch Abdampfen mit Salzsäure zur Trockne uud Wiederauflösen in Salzsäure von der Kieselerde getrennt. In der ammoniakalischen Flüssigkeit war noch etwas Thonerde zurückgeblieben, welche durch phosphors. Natron gefällt, nach dem Glühen als Al^2O^3, PO^5 in Rechnung gebracht wurde. Es ist wahrscheinlich, dass die so erhaltene Thonerde nicht völlig rein war und ihre Menge zu hoch ausfiel.

Der Zweck dieser Analyse war, zu zeigen, dass der *gemeine Töpferthon* kein mineralogisches Individuum ist, wie der *Porzellanthon*, sondern ein Gemenge verschiedener feinzerriebener Mineralien und dass namentlich der abschlämmbare Theil desselben gemengt ist:

1) aus mehreren durch Salzsäure auflöslichen oder aufschliessbaren Mineralien: Dolomit, Lettenthon u. drgl.;
2) aus einem oder mehreren Thonen, unlöslich in Salzsäure, aber aufschliessbar durch Schwefelsäure (dahin die Feldspaththone oder Porzellanthone und die Glimmerthone);
3) aus *kieselerdereichen Thonen*, unlöslich in Salzsäure, Schwefelsäure, wässrigen kohlens. Natron, aber aufschliessbar durch conc. Kalilauge;
4) aus höchst feinzertheiltem Quarzsand, Glimmer u. s. w. Siehe oben S. 415 bei den Mergeln).

Beim Glühen von 5 Grammen des ungeschlämmten lufttrocknen Töpferthons mit der 4fachen Menge Bleioxyd im verschlossenen hessischen Tiegel wurde ein gelbbraunes durchsichtiges Bleiglas und 0,411 Grm. metallisches Blei erhalten. Da 2 PbO dazu gehören, um C zu CO^2 zu oxydiren, so entsprechen 2 Pb $=$ 2.103,7 $=$ 207,4 Gew.-Th. Blei C $=$ 6 Gew.-Theilen Kohlenstoff oder $\frac{207,4}{6} = 34,6$ Gewichts-Theile Blei

1 Gewichtstheil Kohlenstoff. Die erhaltenen 0,411 Grm. Blei entsprechen sonach $\frac{0,411}{34,6} = 0,01188$ Gramm Kohlenstoff $= \frac{0,01188 \cdot 100}{5} = \frac{1,188}{5} = 0,2376 = 0,238$ Proc. Kohlenstoff im lufttrocknen Thone.

Dass man mittelst dieser Methode (welche weiter nichts ist, als eine Anwendung der *Berthier*'schen Bestimmungsmethode der Heizkraft der Brennmaterialien auf die Bestimmung der organischen Substanzen der Erden) nicht die ganze Menge des vorhandenen Kohlenstoffs findet, zeigen folgende Zahlen.

Scharfgetrocknetes weisses Filtrirpapier enthält nach *Mulder* 44,11 Proc. Kohlenstoff, nach *Poumarède* und *Figuier* 43,87 Proc. Kohlenstoff. Beim Zusammenschmelzen von 0,200 Gramm scharfgetrocknetem Filtrirpapier mit 5 Grm. reinem Quarzsand und 30 Grm. Bleioxyd wurden 2,405 Grm. metallisches Blei erhalten. Diese entsprechen 0,0695 Grm. = 34,75 Procent Kohlenstoff oder nahezu $^4/_5$ des wirklich vorhandenen Kohlenstoffs.

d) Moorwasser von Lage bei Lemgo.

Hellweingelb, klar; röthet das Lacmuspapier (besonders das durch Verdunstung conc. Wasser). Mit *salpeters. Silberoxyd* trübt es sich weisslich, am Lichte röthet sich das Gemisch und trübt sich von abgeschiedenem Silber. *Kalkwasser*, *essigs. Bleioxyd*, *salpeters. Quecksilberoxydul*, *ammoniakal. Bittersalzlösung*, *Chlorbaryum*, *Zinnchlorür* bewirken heller oder dunkler braungelbe Fällungen. — 100 G.-Th. Wasser gaben 0,182 G.-Th. braunen bei 140° C. getrockneten Abdampfrückstand; darin fanden sich 0,152 G.-Th., in kalter verdünnter Salpetersäure unlösliche Huminsäure. *Alkalien* und *Schwefelsäure* waren nicht vorhanden. *A. Overbeck.*

Aschenanalysen.

1) *Asche der runden rothschaligen Runkelrübe mit weissem Fleisch.*

Die Rübe stammte aus der Umgegend von Jena. Das Gewicht der frischen Rübe betrug 3282 Gramme. In Scheiben geschnitten, getrocknet und im hessischen Tiegel, dessen Inneres mit Stärkemehlkleister ausgestrichen war, eingeäschert, wurden daraus 26,413 Gramme leicht schmelzbare Asche = 0,805 Proc. Asche, erhalten.

100 Theile derselben gaben mir bei der Analyse nach *Wackenroder's* Methode:

33,937	Proc.	Kali = KO	86,668 Proc. im Wasser leicht lösliche Salze.
26,254	„	Chlorkalium = KCl; darin 12,484 Chlor u. 13,770 Kalium = 16,585 Kali	
0,314	„	Natron = NaO	
19,103	„	Kohlensäure = CO^2	
3,895	„	Phosphorsäure = [a]PO^5 . . .	
0,350	„	Schwefelsäure = SO^3 . . .	
2,815	„	Verlust, theilweise aus kohlensaurem *Ammoniak* bestehend . .	
1,673	„	Kieselerde (lösliche) = [b]SiO .	13,332 Proc. im Wasser unlösl. Salze und fremde Beimengungen.
0,296	„	Thonerde = Al^2O^3	
0,584	„	Eisenoxyd = Fe^2O^3	
1,145	„	Kalk = CaO	
2,319	„	Talkerde = MgO	
0,429	„	Phosphorsäure = [c]PO^5 . . .	
6,447	„	Kohle	
0,093	„	Quarzsand	
0,346	„	Verlust.	
100,000.			

Bemerkungen. Beim Auflösen der Asche im Wasser und Kochen derselben entwich *Ammoniak*, herrührend von der Zersetzung einer nicht unbeträchtlichen Menge von cyansaurem Kali = KO, C^2NO, welches sich beim Glühen der stickstoffhaltigen Runkelrübenkohle mit dem kohlensauren Kali der Asche gebildet hatte. Aus cyansaurem Kali und Wasser (KO, $C^2NO + 4HO$) entsteht beim Kochen mit alkalischem Wasser kohlensaures Kali und kohlensaures Ammoniak (KO, CO^2) + (H^3N, HO, CO^2). Ausser dem cyansauren Kali fand sich eine deutlich nachweisbare Menge von Blausäure (Cyanwasserstoffsäure = C^2NH) im wässrigen Auszug; denn die Kohlensäure, welche beim Ansäuren der Aschenlösung mit Weinsäure entwich, besass den charakteristischen Geruch der Blausäure, und eine Portion der wässrigen Aschenlösung, mit Kalilauge und Eisenvitriol vermischt, gab nach 1 stündigem Stehen beim Ansäuern mit Salzsäure eine Abscheidung von Berlinerblau. Das unter den Resultaten der Analyse aufgeführte Chlorkalium ist mithin einem kleinen Theile nach *Cyankalium.*

Aus dem Gehalt an cyansaurem Ammoniak erklärt sich auch der grosse Gehalt von Kohlensäure, welcher mehr als hinreicht, mit dem Kali einfach kohlensaures Kali zu bilden.

Nach Hinweglassung der Kohle, des Quarzsandes und der Thonerde, welche letztere wohl aus dem Schmelztiegel herrührten, bleiben 86,668 lösliche und 6,496 unlösliche Aschenbestandtheile, oder auf 100 berechnet:

54,230	Proc.	Kali	93,024 Proc. im Wasser leicht lösliche Salze.
0,337	„	Natron	
4,181	„	Phosphorsäure	
0,376	„	Schwefelsäure	
33,900	„	Kohlensäure, Chlor, Cyan, Cyansäure und Verlust	
1,796	„	lösliche Kieselerde	6,976 Proc. im Wasser unlösliche Salze.
0,627	„	Eisenoxyd	
1,229	„	Kalk	
2,489	„	Talkerde	
0,460	„	Phosphorsäure	
0,375	„	Kohlensäure und Verlust	
100,000.			

Die Asche der Runkelrübe gehört sonach zu den Kaliaschen.

2) *Asche des Gartenkürbis* (die ganzen Früchte von *Cucurbita Pepo L.*).

Ein kleiner Kürbis von 722 Grm. und ein grösserer von 2534 Grm., in Summa 3256 Grm. an Gewicht *), wurden in Scheiben zerschnitten, diese an Fäden gereiht, an der Luft gewelkt, dann im Trockenofen so lange liegen gelassen, bis sie hornartig spröde geworden waren und leicht zu Pulver zerrieben werden konnten. Die trockne Substanz betrug 92,85 Grm.

100 Theile frischer Gartenkürbis bestehen sonach aus:

2,852	Proc.	trockner organischer Substanz und Aschenbestandtheilen,
97,148	„	Wasser.
100,000.		

Beim Einäschern in einem mit Kartoffelstärkemehl ausgestrichenen hessischen Tiegel lieferten jene 92,85 Grm. trockne

*) Beide Kürbisse stammten aus dem Garten des Herrn Hofrath *Wackenroder* in Jena.

Kürbissubstanz 13,91 Grm. weisse, nur leicht zusammengesinterte Asche. Daraus ergaben sich in der trocknen Substanz 14,981 Proc. Asche und 85,019 Proc. organische Substanz; und für den frischen Kürbis 0,4272 Proc. Asche.

100 Theile dieser Asche lieferten nach *Wackenroder's* Methode analysirt:

44,214	Proc.	Kali = KO	68,548 Proc. im Wasser leichtlösliche Salze.
0,274	„	Kalk = CaO	
12,249	„	Kohlensäure = CO^2	
5,129	„	Phosphorsäure = PO^5	
4,874	„	Schwefelsäure = SO^3	
1,808	„	Chlor = Cl	
2,588	„	lösliche Kieselerde = ^bSiO	33,189 Proc. im Wasser unlösliche Substanzen.
12,808	„	Kalk = CaO	
4,899	„	Talkerde = MgO	
0,252	„	Manganoxyd = Mn^2O^3	
0,495	„	phosphors. Eisenoxyd = Fe^2O^3, PO^5	
11,214	„	Phosphorsäure = PO^5	
0,933	„	Quarzsand	
101,737.			

Die im Wasser unlöslichen Bestandtheile der Asche lösten sich ohne Aufbrausen in Salzsäure; sie enthielten sonach keine Kohlensäure.

Auf Salze berechnet erhält man für diese Kürbisasche folgende Procente:

38,443	Proc.	kohlensaures Kali = KO, CO^2	68,139 Proc. im Wasser leichtlösliche Salze.
15,290	„	phosphorsaures Kali = $3KO, PO^5$	
9,771	„	schwefelsaures Kali = KO, SO^3	
3,809	„	Chlorkalium = KCl	
0,166	„	reines Kali = KO	
0,660	„	schwefelsauren Kalk = CaO, SO^3	
4,184	„	kieselsauren Kalk = $CaO, 3SiO$	33,189 Proc. im Wasser unlösl. Bestandtheile.
20,590	„	phosphorsauren Kalk = $3CaO, PO^5$	
0,495	„	phosphors. Eisenoxyd = Fe^2O^3, PO^5	
3,429	„	phosphors. Talkerde = $3MgO, PO^5$	
3,306	„	reine Talkerde = MgO	
0,252	„	Manganoxyd = Mn^2O^3	
0,933	„	Quarzsand	
101,328.			

Die Differenz von 101,737 — 101,328 = 0,409 Proc. rührt daher, dass bei der Berechnung des Chlors auf Chlorkalium aus dem Kali eine entsprechende (äquivalente) Menge von Sauerstoff ausgeschieden werden muss; diese ist für 1,808 Procent Chlor = 0,409 Sauerstoff.

Die Kürbisasche gehört zu den Kali-Kalk-Phosphorsäure Aschen.

3) *Asche der entsamten Zapfen der Kiefer* (Pinus sylvestris) *aus der Lüneburger Heide.*

Die Zapfen waren im eisernen Cylinder eingeäschert worden. Nach *H. Wackenroder's* Methode analysirt ergaben sich in 100 Theilen der frischgeglühten Asche:

35,151	Proc.	kohlensaures Kali = KO, CO^2 .	49,172 Proc. im Wasser leicht lösliche Salze.
8,205	„	phosphorsaures Kali = $3KO, PO^5$	
1,717	„	kieselsaures Kali = KO, SiO .	
0,314	„	Chlorkalium = KCl	
2,194	„	Kali = KO	
0,453	„	schwefelsaurer Kalk = CaO, SO^3	
1,138	„	schwefelsaures Kali = KO, SO^3	
10,388	„	lösliche Kieselerde = ^{b}SiO . .	49,527 Proc. im Wasser unlösl. Bestandtheile.
4,897	„	Thonerde = Al^2O^3	
6,769	„	Kalk = CaO	
6,872	„	Talkerde = MgO	
1,558	„	Manganoxyd = Mn^2O^3 . . .	
1,458	„	Eisenoxyd = Fe^2O^3	
4,171	„	Phosphorsäure = PO^5 . . .	
8,482	„	Quarzsand = ^{a}SiO	
4,932	„	Kohle	
98,699.			

Die Kieferzapfenasche ist eine Kali-Erdalkali-Kieselerde-Phosphorsäure-Asche.

Wasserhaltende Kraft der Erden und ihrer Hauptgemengtheile.

Die wasserhaltende Kraft ist durch die Anzahl von Gewichtseinheiten Wassers ausgedrückt, welche durch 100 Gewichtseinheiten lufttrockner Substanz (Erde oder Erdbestandtheile) zurückgehalten werden, wenn diese mit Wasser durchtränkt, wohl vor der Verdunstung, aber nicht vor dem Abtropfen

geschützt, eine gewisse Anzahl von Stunden in einer passenden Vorrichtung (s. S. 363) sich selbst überlassen bleiben. (Den von mir ermittelten Zahlen habe ich ein *L.* beigesetzt.)

Quarzsand, Quarzsandboden und Kieselguhr.

Wasserhaltende Kraft.		
20 bis 22	=	*Reiner Quarzsand;* nach *Cadet de Gassicourt.*
25	=	*Derselbe;* nach *Schübler.*
26,8	=	*Weisser Quarzsand* vom Gröchtenhofe bei Lemgo; 1 Milligramm desselben enthält über 200 Körnchen. Dauer des Versuchs 12 Stunden. *L.*
30 bis 32	=	*Quarzsand*, aus einem sandig-dolomitischen Letten von Jena ausgeschlämmt und durch Kochen mit Salzsäure gereinigt. 1 Milligramm desselben enthielt etwa 60 Körnchen. Die Quarzkörner waren grösstentheils farblos, einige waren gelblich, andere röthlich gefärbt; es fanden sich wenige Glimmerblättchen und Chloritkörnchen darunter. *L.*
38,2	=	*Sandboden vom Schwarzwald*, enthält 77 Proc. Quarzsand, 20,1 Proc. Thon, etwas Kalk und verliert 1,3 Proc. beim Glühen. Trägt schöne Nadelwälder. *Schübler.*
463,0	=	*Kieselguhr* von Hermannsburg. Dauer des Versuchs 2 Stunden. *L.*

Thonschiefer- und Schiefermergelböden.

28	=	*Weinbergerde* von Rüdesheim im Rheingau. Besteht überwiegend aus Quarzsand mit Thonschieferstückchen, enthält etwas Kalk und zeigt 8,3 Proc. Verlust beim Glühen. *Geiger.*
37	=	*Weinbergerde* vom Johannisberg im Rheingau. Enthält 54 Proc. Thonschiefer und Quarzsand, 37 Proc. Thon u. 9 Proc. Kalk; Glühverlust 5,5 Proc. *Geiger.*
40,7	=	*Weinbergerde* von den besseren Weinbergen bei Untertürkheim im Neckarthale. Enthält 60 Proc. Quarzsand nebst Mergelschieferstückchen, 24,4 Proc. Thon, 12,7 Proc. kohlensauren Kalk; verliert beim Glühen 5,6 Proc. Wasser und organische Substanz. *Schübler.*

Wasserhaltende Kraft.		
53	=	*Weinbergerde* von Uhlbach im Neckarthale. Enthält 50 Procent Quarzsand mit Schieferstückchen, 46 Proc. Thon, 3 Proc. kohlens. Kalk; verliert beim Glühen 7 Proc. *Schübler.*
34	=	*Schiefriger Mergel; Schübler.*
76,85	=	*Rother schiefriger Eisenoxyd-Thonmergel;* Trennungsschicht des bunten Sandsteins vom Gyps und den bunten Mergeln bei Jena; der feinzerriebene Mergel wurde zur Untersuchung angewandt. Dauer des Versuchs 18 Stunden. *L.*
		Erdiger kohlensaurer Kalk und Kalkböden.
29	=	*Kalksand* (sandiger kohlensaurer Kalk). *Schübler.*
31	=	*Schiefergrauer Wellenkalk* aus dem Mühlthale bei Jena; *feinzerrieben.* Dauer des Versuchs 24 Stunden. *L.*
34,7	=	*Derselbe;* Dauer des Versuchs 2 Stunden. *L.*
40,6	=	*Weisse Kreide* des Handels; feinzerrieben. Dauer des Versuchs 18 Stunden. *L.*
45	=	*Geschlämmter Süsswasserkalkboden* von Greussen. Die Zusammensetzung desselben siehe S. 435. *L.*
46,25	=	*Geschlämmter Muschelkalkboden* aus dem Mühlthale bei Jena. Die Zusammensetzung desselben siehe S. 425. *L.*
59,3	=	*Geschlämmter gelber kalkreicher Lehmboden* (Hungerlehm) von Zwätzen; die Analyse desselben siehe S. 424. Dauer des Versuchs 24 Stunden. *L.*
61,1	=	*Derselbe;* Dauer des Versuchs 2 Stunden. *L.*
85	=	*Kalkreicher Wiesenboden* von Lustnau im Neckarthale. Enthält 48 Proc. Thon, 20,8 Proc. Quarzsand, 29,6 Proc. feinerdigen und feinsandigen kohlensaur. Kalk; giebt 6,3 Proc. Glühverlust. *Schübler.*
124	=	*Lehmiger Kalkboden* von Lustnau im Neckarthale. Enthält 42,7 Proc. Thon, 10,8 Proc. Quarzsand, 38 Proc. feinerdigen u. feinsandigen kohlens. Kalk; giebt 8,4 Proc. Glühverlust. Derselbe ist sehr leicht, von geringer Consistenz und taugt für die gewöhnlichen Culturgewächse nicht viel. *Schübler.*

Wasserhaltende Kraft.

Kohlensaure Talkerde, Dolomite und Gyps.

20,95 = *Dolomit* von Camsdorf am Thüringerwalde; das gelbe, krystallinisch-körnige, von mit Bitterspath erfüllten Höhlungen durchsetzte Gestein wurde im feinzerriebenen Zustande zur Untersuchung benutzt. Dauer des Versuchs 24 Stunden. *L.*

25,9 = *Derselbe;* Dauer des Versuchs 2 Stunden. *L.*

28,35 = *Dolomit* aus dem Rauhthale bei Jena; das gelbgraue, dichte Gestein (sogenannter Leberstein) wurde im feinzerriebenen Zustande zur Untersuchung verwandt. Dauer des Versuchs 24 Stunden. Die Analyse desselben siehe S. 412. *L.*

37,6 = *Derselbe;* Dauer des Versuchs 2 Stunden. *L.*

256,0 = *Künstlich bereitete gewässerte kohlensaure Talkerde* (die äusserst lockere weisse Magnesia der Apotheken). *Schübler.*

27 = *erdiger Gyps. Schübler.*

36,1 = *porphyrartiger grauweisser Gyps* von Jena; das feinzerriebene lufttrockne Gestein wurde zur Unsuchung benutzt und dabei auf die Löslichkeit des Gypses im Wasser Rücksicht genommen. Dauer des Versuchs 24 Stunden. *L.*

39,54 = *Derselbe;* Dauer des Versuchs 2 Stunden. *L.*

Thon, Letten, Lehm, Löss.

87 = *Weisser Thon (Pfeifenerde); Schübler.*

81,2 bis 83,7 = *Derselbe; Cadet de Gassicourt.*

84,8 = *Weisser Thon* oder *Pfeifenerde*, geschlämmt, bei 100⁰ C. getrocknet. Dauer des Versuchs 3 Stunden. *L.*

77,65 = *Derselbe;* Dauer des Versuchs 24 Stunden. *L.*

81,3 = *Weisser Thon (Pfeifenerde)*, geschlämmt, mit Salzsäure ausgekocht, mit Wasser gewaschen und bei 100⁰ C. getrocknet. *L.*

70,0 = *Reiner grauer Thon. Schübler.*

82,6 = *Schiefergrauer geschlämmter Töpferthon* von Friedrichsfelde bei Lemgo; lufttrocken (von 9 Proc. Wassergehalt). Dauer des Versuchs 39 Stunden. *L.*

Wasserhaltende Kraft.

61 = *Klayartiger Thon. Schübler.*

50 = *Lehmartiger Thon.* Derselbe.

40 = *Lettenartiger Thon.* —

58 = *Bläulichgrauer dolomitischer Letten* von Greussen; geschlämmt, lufttrocken. Die Analyse desselben siehe S. 433. Dauer des Versuchs 12 Stunden. *L.*

47,1 = *Quarzsandiger bläulichgrauer Letten* unterhalb des Prinzessgartens bei Jena; die Analyse desselben siehe S. 417. Dauer des Versuchs 2 Stunden. *L.*

46,45 = Derselbe; Dauer des Versuchs 24 Stunden. *L.*

40,46 = *Bläulichgrauer Letten* aus dem Rauhthale bei Jena. Dauer des Versuchs 2 Stunden. *L.*

39 = Derselbe. Dauer des Versuchs 24 Stunden. *L.*

53,35 = *Rother Letten* von Greussen, mit bläulichgrauem Letten wechsellagernd. Dauer des Versuchs 2 Stunden. *Ludwig.*

51,55 = Der vorige Letten. Dauer des Versuchs 24 Stunden. *L.*

50,30 = *Quarzsandiger rother Letten* (Ziegelthon), unterhalb des Prinzessgartens, mit dem bläulichgrauen Letten wechsellagernd; die Analyse desselben siehe S. 417. Dauer des Versuchs 2 Stunden. *L.*

44,85 = Derselbe. Dauer des Versuchs 24 Stunden. *L.*

42,7 = *Diluviallehm* vom Wormberge bei Greussen; die Analyse desselben siehe S. 437. *Zinke.*

41,45 = *Gelbgrauer Löss (Briz)* aus der Nähe von Durlach in Baden. Dauer des Versuchs 2 Stunden. *L.*

40,1 = Derselbe. Dauer des Versuchs 24 Stunden. *L.*

Thonböden und Lehmböden.

46 = *Kalkhaltiger Thonboden* bei Tübingen, im Neckarthale; enthält 62 Proc. Thon, 28,8 Proc. Quarzsand, 3,4 Proc. kohlens. Kalk und giebt 5,7 Proc. Glühverlust. Fruchtbares Getreideland. *Schübler.*

50 = *Fruchtbarer Thonboden* der Getreidefelder bei Stuttgart; enthält 70,6 Procent Thon, 25,2 Proc. Quarzsand, 1,2 Proc. kohlens. Kalk und giebt 7,8 Proc. Glühverlust. *Schübler.*

Wasserhaltende Kraft.

61,3 = *Kalkreicher Thonboden* bei Tübingen im Neckarthale; enthält 64,7 Proc. Thon, 17,2 Proc, Quarzsand, 16,4 Proc. feinerdigen und feinsandigen kohlens. Kalk; giebt 9,8 Proc. Glühverlust. Fruchtbares Getreideland. *Schübler.*

67,2 = *Kalkhaltiger Thonboden* von Schwenningen am Ursprunge des Neckars; enthält 63,6 Proc. Thon, 17,3 Proc. Quarzsand, 14,1 Proc. feinerdigen und feinsandigen kohlensauren Kalk; zeigt 5,6 Proc. Glühverlust. Fruchtbares Getreideland. *Schübler.*

59,3 — 61,1 = Geschlämmter kalkreicher Lehmboden von Zwätzen (siehe auch oben S. 454). *L.*

78,1 = *Gute Wiesenerde*, *Lehmboden*, von Bebenhausen; enthält 46,7 Proc. Thon, 46 Proc. Sand, 3 Proc. kohlens. Kalk; verliert beim Glühen 4,5 Proc. Wasser und organische Substanz. *Schübler.*

85 = *Gute Wiesenerde* von Lustnau am Neckar (siehe auch oben S. 454). *Schübler.*

124 = *Sehr leichter Boden von Lustnau am Neckar* (s. auch oben S. 454). *Schübler.*

Humusreiche Bodenarten.

91,6 = *Sehr fruchtbare schwarze Erde* von der Höhe der schwäbischen Alp, auf Jurakalk; sie enthält 47 Proc. Thon, 33,8 Proc. sandigen und erdigen kohlensauren Kalk, 1,2 Proc. Quarzsand, 13,1 Proc. Wasser und organische Substanzen (davon sind 4,6 Proc. durch wässriges kohlensaures Kali ausziehbare Huminsäure, sogen. auflöslicher Humus). *Schübler.*

97,5 — 100 = *Vegetabilische Gartenmisterde. Cadet de Gassicourt.*

100 = *Leichte, an vegetabilischen Stoffen und Sand reiche Gartenerde*, vorzüglich zur Cultur von Heiden, Proteen und verwandten Pflanzen des Cap's dienend; sie giebt 18,6 Proc. Glühverlust, grösstentheils aus organischen Substanzen bestehend, enthält 1,6 Proc. kohlens. Kalk; der Rest besteht aus thonhaltigem Sand. *Schübler.*

Wasserhaltende Kraft.

106 = Eine der vorigen ähnliche *Gartenerde*, zur Cultur vieler Straucharten Neuhollands, mehrere Arten von *Metrosideros*, *Melaleuca* u. s. w. dienend; sie giebt 21 Proc. Glühverlust, enthält 15,5 Proc. kohlensauren Kalk, der Rest besteht aus thonhaltigem Sand. *Schübler.*

155 = *An vegetabilischen Stoffen reiche Gartenerde*, zur Cultur von Azalien, Vaccinien, Daphne- und Rhododendron-Arten dienend; sie verliert beim Glühen an der Luft 30 Proc. organische Substanzen und Wasser, enthält 11 Proc. kohlens. Kalk; der Rest besteht aus Thon und Sand. *Schübler.*

179 = *Schwarze unfruchtbare Torferde* mit viel verkohltem Humus; verliert beim Glühen 76 Proc. organische Substanz und Wasser. *Schübler.*

Humus und humuserzeugende Substanzen.

203 = *Vegetabilische Erde* aus zersetztem Laub gebildet, sogenannte *Lauberde*, zur künstlichen Zusammensetzung verschiedener Gartenerden dienend; sie verlor beim Glühen an der Luft 33 Proc. organische Substanzen und Wasser, enthielt 16 Proc. feinerdigen kohlens. Kalk, der Rest bestand aus Thon und feinem Sand. *Schübler.*

210 = *Holzerde* aus faulen Bäumen, wie die Lauberde zur Bildung von Gartenerden dienend, in welchen verschiedene Straucharten Neuhollands und des Cap's gezogen werden; sie verlor beim Glühen an der Luft 47 Procent organische Substanzen und Wasser, enthielt 10 Proc. feinerdigen kohlensauren Kalk, der Rest bestand aus Thon und feinem Sand. *Schübler.*

300 — 366 = *Lockere Torferden. Schübler.*

366 = *Sehr leichte*, *unfruchtbare*, *braune Torferde* von unvollkommen ausgebildetem Torf; sie verlor beim Glühen an der Luft 89 Proc. organische Substanzen und Wasser. *Schübler.*

383 = *Stallmist*, $^1/_2$ Jahr alt, in dem Zustande wie er auf die Felder gefahren wird. (*Boussingault* fand als

Wasserhaltende Kraft

Mittel dreier Versuche, bei denen er 100, 117 und 300 Kilogramm dieses Mistes bei 110° C. trocknete, 79,3 Proc. flüchtige Substanzen, hauptsächlich Wasser, und 20,7 Proc. feste trockne Substanzen). Die wasserhaltende Kraft des mit Wasser gesättigten Stallmistes ist jedoch noch weit grösser, als 383; denn der Mist ist in dem Zustande, wie er auf die Felder gefahren wird, noch nicht ganz mit Wasser gesättigt.

595 = *Frischer Pferdekoth* (100 Theile frischer Pferdekoth enthalten nach *Boussingault* 24,7 Proc. feste Substanzen und 75,3 Proc. Wasser; daraus berechnet sich die wasserhaltende Kraft desselben zu 305. Dies ist aber bei weitem nicht die ganze Menge des Wassers, welche derselbe zurückhalten kann. Bei einem Versuche fand ich, dass der frische Pferdekoth aus 27,58 Proc. fester Substanz und 72,42 Proc. Wasser bestand; aber mit Wasser völlig gesättigt enthielt derselbe auf 5,795 Grm. bei 100° C. getrocknete Substanz 34,465 Grm. Wasser; daraus folgt als wasserhaltende Kraft desselben $\frac{34,465 \,.\, 100}{5,795} = 594,7$ oder nahezu 595). *L.*

602 = *Frischer Kuhkoth* (derselbe enthält 12,352 Procent verbrennliche Substanzen, 1,748 Procent Asche und 84,9 Procent Wasser. *Liebig's* Agriculturchemie 6te Auflage S. 237). Nach *Boussingault* ist der Wassergehalt des frischen Kuhkoths noch bedeutender.

752 = Frischer Kuhkoth. *L.*

607 = *Weisses Filtrirpapier* (verrottete Leinenbastfaser). *L.*

Wasseranhaltende Kraft einiger Erden.

Setzt man die Wassermenge, welche mit 100 G.-Theilen bei 100⁰ C. getrockneter Erde vermengt, diese letztere in *mit Feuchtigkeit gesättigte Erde* von gewöhnlicher Temperatur umwandelt = A; die Wassermenge, welche nach 24stündigem Austrocknen derselben mit Feuchtigkeit gesättigten Erde an freier Luft, im Schatten, bei mittlerer Temperatur (14⁰ C.), mit 100 G.-Th. trockner Erde verbunden zurückbleibt = a; so ist die *wasseranhaltende Kraft der Erde*, oder C = derjenigen Menge von Wasser, welche nach 24stündiger Verdunstung von 100 G.-Theilen anfangs vorhanden gewesener Feuchtigkeit in der Erde zurückgeblieben ist, also $C = \frac{100\ a}{A}$.

Zur Bestimmung der wasseranhaltenden Kraft wurde die lufttrockne Erde zuerst auf ihre wasserhaltende Kraft geprüft, darauf die feuchte Erde in ein gewogenes trocknes Kästchen von geleimtem weissen Schreibpapier gebracht. Jedes Kästchen hatte eine Länge von 5,3 Centimeter, eine Breite von 4,5 Centimeter. Der Versuch wurde mit 10 verschiedenen Erdarten gleichzeitig angestellt, bei 9 derselben dienten 10 Grm., bei einer (bläulichgrauer Letten aus dem Rauhthale bei Jena) 20 Grm. lufttrockne Erde zur Untersuchung. Die Erdschicht hatte bei den 9 ersten Proben nahezu eine Höhe von 3, bei der 10ten Probe eine Höhe von 6 Millimeter. Die Kästchen wurden auf einer Unterlage von Holz in einer Eckstube, deren gegenüberstehende Fenster geöffnet waren, bei heiterem Himmel und einer Anfangstemperatur von 14⁰ C. stehen gelassen, nach 4 Stunden, darauf nach 24 Stunden (von Anfang des Versuchs an gerechnet) gewogen. Hierauf wurden sie in einem luftigen Zimmer 20 Tage lang (vom Anfang des Versuchs an gerechnet) der Austrocknung bei gewöhnlicher Temperatur überlassen, darauf gewogen, endlich bei 100⁰ C. getrocknet und abermals gewogen.

Namen der Erden.	A In der mit Wasser gesättigten Erde kommen auf 100 Gew.-Thle. bei 100° C. getrockneter Erde Gew.-Thle. Wasser:	Nach vierstündigem Austrocknen hinterblieben noch Gew.-Thle. Wasser:	a Nach 24-stündigem Austrocknen hinterblieben noch Gew.-Thle. Wasser:	Nach 20tägigem Austrocknen hinterblieben in der lufttrocken gewordenen Erde noch Gew.-Thle. Wasser:	$\frac{100\,a}{A} = C$ Wasseranhaltende Kraft:
1. *Dichter Dolomit* (sogen. Leberstein) von Jena; feinzerrieben . . .	31,15	22,15	10,06	1,02	32,3
2. *Körnig-krystallinischer Dolomit* v. Thüringer-Walde; feinzerrieben .	23,71	17,29	8,42	0,72	35,5
3. *Rother sandiger Letten* (Ziegelerde) von Jena .	36,69	27,81	13,84	3,09	37,6
4. *Blaugrauer dichter Wellenkalk* v. Jena; feinzerrieben	28,85	21,95	11,33	0,93	39,2
5. *Löss* (Lehm) aus der Gegend v. Durlach	35,62	27,16	14,98	1,15	42,1
6. *Quarzsand*; von Jena	30,38	23,74	13,73	0,38	45,2
7. *Bläulich-grauer Letten* (Ziegelerde) v. Jena (Prinzessgarten) . .	46,27	37,76	24,30	3,12	52,5
8. *Eisenschüssiger rother Thonmergel* von Jena; zerrieben . . .	79,32	68,75	51,94	3,41	65,5
9. *Grauweisser geschlämmter Pfeifenthon* des Handels	72,57	63,90	50,00	1,66	68,9
10. *Bläulichgrauer Letten* von Jena (Rauhthal) . .	41,86	36,85	29,02	3,61	69,3

Bemerkungen zu der vorstehenden Tabelle.

1) Die feinzerriebenen *Dolomite*, der feinerdige *Wellenkalk*, der *Quarzsand*, die *rothen sandigen Letten* und der *Löss* (sandige Lehm) besitzen die *geringste* wasseranhaltende Kraft. Sie beträgt für eine Erdschicht von 3 Millimeter Dicke nach 24stündigem Austrocknen bei 14° C., in freier Luft und im Schatten 32,3—45,2.

2) Der weisse *Pfeifenthon* und der *eisenschüssige rothe Thonmergel* besitzen die grösste wasseranhaltende Kraft; sie beträgt unter denselben bei 1) angegebenen Umständen 65,5—68,9.

4) *Die wasseranhaltende Kraft steigt mit der Dicke der Erdschicht.* So ist bei einer Dicke der Erdschicht von 3 Millimeter die wasseranhaltende Kraft des blauen Lettens vom Prinzessgarten = 52,5, während die des ähnlichen Lettens aus dem Rauhthale bei einer Dicke von 6 Millimeter = 69,3, also höher ist, als die des Pfeifenthons bei einer Dicke von 3 Millimeter. Und doch ist die wasserhaltende Kraft von Nr. 10 nur 41,86, während die von Nr. 7 = 46,27 gefunden wurde.

5) *Im Allgemeinen besitzen die Erden mit hoher wasserhaltender Kraft auch die bedeutendste wasseranhaltende Kraft;* doch halten beide nicht gleichen Schritt bei den einzelnen Erden. So haben der Dolomit von Jena, der blaue Wellenkalk und der Quarzsand von Jena nahezu gleiche wasserhaltende Kraft (nämlich 31,15—28,85—30,38); die wasseranhaltenden Kräfte derselben verhalten sich aber wie die Zahlen 32,3 : 39,2 : 45,2.

6) In den ersten 4 Stunden verdunstet während *einer Stunde* eine 3—4mal grössere Menge von Wasser, als in den darauf folgenden 20 Stunden während *einer Stunde* aus der wasserärmer gewordenen Erde. Die *wasseranhaltende Kraft der Erde nimmt also mit der Austrocknung zu; sie steht im umgekehrten Verhältnisse zum Wassergehalte der Erde.* So verdunsten z. B. von 31,15 Gew.-Th. Wasser, welche von 100 Gew.-Th. trocknen feinzerriebenen thonhaltigen Dolomit von Jena (Nr. 1) zurückgehalten werden, in 4 Stunden 31,15 — 22,15 = 9,00 Gew.-Th. Wasser, oder in *einer Stunde* $^9/_4$ = 2,25 G.-Th. Wasser. In den darauf

folgenden 20 Stunden verdunsten von den nach 4stündiger Austrocknung zurückgebliebenen 22,15 Gew.-Th. Wasser noch 22,15 — 10,06 = 12,09 Gew.-Theile, oder in *einer* Stunde $\frac{12,09}{20} = \frac{1,209}{2} = 0,6045$ Gew.-Theile Wasser. Das in einer Stunde der ersten Periode verdunstete Wasser verhält sich zu dem in einer Stunde der zweiten Periode verdunsteten Wasser wie 2,25 : 0,6045 oder wie 3,7 : 1 oder nahezu wie 4 : 1.

7) Im Bezug auf den Gehalt an *hygroskopischem Wasser* (d. h. solchem Wasser, welches die Erden auch bei längerem Liegen an der Luft durch Verdunstung nicht verlieren, wohl aber bei einer Austrocknung bei 100° C.) erhält man folgende Reihe:

100 Gew.-Theile bei 100°C. *getrocknete Erden*	halten zurück *G.-Th. Wasser:*		und geben *G.-Th. lufttrockne Erde:*		100 G.-Th. lufttrockne Erde enthalten sonach Proc. *hygroskopisches Wasser.*
1) Quarzsand von Jena	0,38	—	100,38	—	0,379 Proc.
2) Zerriebener Dolomit vom Thüringer Walde . .	0,72	—	100,72	—	0,715 „
3) Zerriebener Wellenkalk von Jena	0,93	—	100,93	—	0,921 „
4) Zerriebener thoniger Dolomit von Jena . .	1,02	—	101,02	—	1,010 „
5) Löss (sandiger Lehm) v. Durlach	1,15	—	101,15	—	1,137 „
6) Gemeiner weisser Thon	1,66	—	101,66	—	1,633 „
7) Rother sandiger Letten (Ziegelerde) von Jena	3,09	—	103,09	—	2,997 „
8) Bläulichgrauer Letten v. Prinzessgarten bei Jena	3,12	—	103,12	—	3,025 „
9) Zerriebener braunrother Eisenoxyd-Thonmergel	3,41	—	103,41	—	3,298 „
10) Bläulichgrauer Letten v. Rauhthale bei Jena .	3,61	—	103,61	—	3,484 „

Bei den cultivirten Bodenarten ist der Gehalt an hygroskopischem Wasser weit grösser. So hielten 100 G.-Th. des bei 100° C. getrockneten, geschlämmten, gelben, kalkreichen Lehmbodens von Zwätzen (die Analyse desselben s. S. 424) nach dem Durchtränken mit Wasser und nach 20tägiger Austrocknung an der Luft (bei gewöhnlicher Temperatur) noch 7,13 Gew.-Theile Wasser zurück. Oder 100 Gew.-Th. *lufttrockner* Lehmboden enthielten 6,655 Proc. hygroskopisches Wasser.

Register.

A.

Ackererde, qualitative Analyse derselben 304.
— quantitative Analyse ders. 362, 424, 427, 435.
Aequivalente der Basen 42, der Säuren 42, der Elemente 29, 32, der Verbindungen 1r Ordnung 41, der zusammengesetzten Massen 38.
Aether 3.
Aetzammoniak 118, 126, 157, 171, 243.
Aetzkali 125, 157, 170, 240.
Aetzkalk 126, 234.
Aetznatron 125, 157, 170, 242.
Affinität 21.
Alkalien 11, 18.
— in den Thonen, Kalksteinen und Mergeln 359.
Alkalimetalle 18.
Alkohol aus Kartoffeln 66.
Alumium 5, 6, 17.
Ameisensäure 286.
Ammoniak 118, 126, 157, 171, 243.
— kohlensaures 132, 161, 178, 243.
— oxalsaures 132, 165.
— phosphorsaures 179.
Ammoniakbildung bei Auflösung der Aschen im Wasser 449.
Analyse, qualitative 79.
— quantitative 321.
Antimon 5, 7, 19, 212.
Antimonwasserstoff 115.
Arsen 5, 7, 19, 111, 213, 318.
Arsenige Säure 272.
Arsenik, weisser 272.
Arsensäure 271.
Arsenwasserstoffgas 115.
Asche 104, 105, 294, 371, 448.
Atmosphärische Luft 8, 114.
Atomgewichte 60.
Auflöser 14.
Auflösung 133.
Auflösungsmittel 120, 151.

B.

Baryt 146, 232.
— essigsaurer 146, 172.
— kohlensaurer 121, 145.
— phosphorsaurer 145.
— salpetersaurer 129, 146, 172.
— schwefelsaurer 144, 233.
Baryum 5, 6, 18.
Basen 11, 23, 24, 197, 201.
Berechnungen, stöchiometrische 61.
Beryllium 5, 6, 17.
Berzelius' Gesetz der Sättigungscapacität 46.
Beschläge 192.
Binarradicale 23.
Binarzünder 23.
Bittersalz 131, 180, 423.
Bitterspath 412.
Blausäure 261, 449.
Blei 5, 7, 19, 217.
Bleiessig 182.
Bleioxyd 149; Anwendung desselben zur Bestimmung der organischen Substanzen in der Ackererde 447.
— essigsaures 130, 181, 187.
— kohlensaures 149.
— oxalsaures 150.
— schwefelsaures 150.
Bleizucker 130, 181, 187.
Blenden 15.
Bor 5, 9, 16.
Borax 121, 160.
Boraxperle, Färbung derselben durch Metalloxyde 194.
Borsäure 283.
Branntweinertrag aus Kartoffeln 66.
Brauneisenstein 318.
Braunkohlenasche 105, 294, 371.
Brom 4, 9, 14, 116, 262, 275.
Brombasen 25.
Bromsalze 25.
Bromsäuren 24, 275
Bromwasserstoff 117, 262.
Brunnenwasser 401.

C.

Calcium 5, 6, 18.
Cäment 440.
Carneol 420.
Cer 5, 6, 17.
Chlor 4, 8, 14, 116, 262.
Chlorammonium 126, 162.
Chlorbaryum 127, 145, 172.
Chlorbasen 24.
Chlorcalcium 126, 172, 234.
Chloridradicale 17.
Chlornatrium 126, 162.
Chlorsalze 25.
Chlorsalpetrige Säure 116.
Chlorsäuren 24, 279.
Chlorsilber 160.
Chlorstrontium 146.
Chlorwasserstoff 117, 262.
Chrom 5, 7, 17.
Chromoxyd 230
Chromsäure 268.
Classification der Basen 198.
— der Elemente 4.
— der Säuren 198.
Cölestin 422.
Curcumapapier 122, 188.
Cyan 115.
Cyansalze 25.
Cyansaures Kali in den Aschen 449.
Cyanwasserstoff 261.

D.

Dachziegel 418
Dalton's Gesetz der chemischen Multipeln 28, 37
Destillirbare Substanzen 112
Dichtigkeit 85; der Gase 8; der Leichtmetalle und ihrer Oxyde 6; der Schwermetalle u. ihrer Oxyde 7.
Didym 5, 6, 17.
Döbereiner's Gesetz der chemischen Triaden 35.
Dolomit 346, 412, 413, 439.
Doppelsalze 25.

E.

Edelmetalle 20.
Eisen 5, 7, 19, 227.
Eisenblausäure 259.
Eisenchlorid 127, 173, 187.
Eisencyanür-Cyanwasserstoff 259.
Eisencyanid-Cyanwasserstoff 261.
Eisenkies 394.
Eisenocher 318, 401.
Eisenoxyd, essigsaures 173.
Eisenoxydul, schwefels. 131, 173.
Eisenverbindungen, Löslichkeit derselben 142.
Eisenvitriol 131, 174.
Elemente, chemische 3.
— amorphe 5.
— feste 5.
— gasförmige 4.
— krystallisirbare 5.
— negative 12.
— positive 16.
— tropfbarflüssige 4.
— verbrennliche 16.
— zündende 10, 12.
Elementarradicale 10, 16.
Elementarzünder 10, 12.
Erbium 5, 6, 17.
Erdalkalien 11, 18, 194.
Erdalkalimetalle 18.
Erdbasen 17
Erdbasenradicale 17.
Erden 11.
Erdradicale 16.
Erdsäure 17.
Erdsäureradicale 17.
Erdzeuger 13.
Erze 15.
Erzmetalle 18.
— edle 20.
— unedle 19.
Erzradicale 18.
Erzzeuger 14.
Essig 394.
Essigsäure 124, 157, 286.

F.

Farbe, natürliche, der Massen 107.
Farbereagentien 120, 185, 197.
Fällungsmittel 120, 163.
Färbungsmittel 120, 185, 197.
Feldspäthe 312.
Feuer 10.
Feuerbeständige Massen 118, 192.
Flüchtige Substanzen 111, 192.
Fluor 4, 8, 13.
Fluorbasen 25
Fluorsalze 25.
Fluorsäuren 24.
Fluorwasserstoff 117, 264.
Flussspath 159.
Flusswasser, qualitative Analyse desselben 288.
— quantitative Analyse dess. 331.
Formeln von Berzelius 56.
— der Elemente 48.
— empirische 21.
— der Kieselerde 57.
— rationelle 22.
— der Salze (kieselsauren u. kohlensauren Salze) 55.
— der Salze mehrbasischer Säuren 55.

Formeln der Verbindungen erster Ordnung 50.
— der Verbindungen 2. Ordnung 52.
— — — — 3. — 53
— — — — 4. — 54.
— der organischen Verbindungen 51.
— der zusammengesetzten Radicalen 54.
— des Wassers 57.

G.

Galläpfelaufguss 124, 165, 187.
Gase 8, 113.
Geräthschaften, Wahl derselben bei chemischen Analysen 329.
Gerbsäure 124, 165, 187.
Gewicht, absolutes 83.
— specifisches 35, 85.
Gewichtsverhältnisse bei chemischen Verbindungen 27.
Glanze 15.
Glauconitischer Kalk 414.
Glockengut, Analyse desselben 389.
Gold 5, 7, 20, 209.
Goldchlorid 128, 177.
Grammgewicht, Verhältniss desselben zu den übrigen Gewichten 83, 84.
Grünerde 419.
Guano, qualitative Analyse desselben 314.
— quantitative Analyse dess. 383.
— Zusammensetzung dess. 385.
Gyps 64, 66, 131, 158, 180, 350, 422, 429.
Gypsmergel 415.

H.

Halobasen 11, 14.
Hammelknochen 381.
Höllenstein 182.
Holzaschen 294, 371.
Huminsubstanzen, Bestimmung derselben in den Erden durch Glühen derselben mit Bleioxyd 447.
Hygroskopisches Wasser in den Erden 463.

I.

Indiglösung 122, 188.
Jod 5, 9, 14, 111.
Jodbasen 25.
Jodkalium 187.
Jodsalze 25.
Jodsäure 24, 275.
Jodwasserstoff 117, 258.
Iridium 5, 7, 20.

K.

Kadmium 5, 7, 19, 218.
Kali 125, 157, 170, 240.
— kohlensaures 121, 158, 178; Bestimmung der Kohlensäure desselben 375
— oxalsaures 132, 144, 165.
— weinsaures 143.
Kalium 5, 6, 18, 112.
Kaliumeisencyanid 129, 186.
Kaliumeisencyanür 129, 174, 186.
Kaliverbindungen, Löslichkeit derselben 139; Fällung ders. durch Platinchlorid und Weinsäure 144.
Kalk 126, 234, 360.
— kohlens. 340. Bestimmung der Kohlensäure desselben 341.
— oxalsaurer 148.
— salpetersaurer 148.
— schwefelsaurer 131, 180.
Kalksteine 65, 340.
— dolomitische 346.
Kalkverbindungen, Löslichkeit derselben 140.
Kalkwasser 126, 171.
Keupermergel 444.
Kieferzapfenasche 452.
Kiese 15.
Kieselerde 221, 284.
— Formeln derselben 57.
— Löslichkeit derselben 142.
Kieselfluorbaryum 145.
Kieselflusssäure 265.
Kieselguhr 441.
Kieselsäure 284.
Kieselschiefer 421.
Knochen 381.
Knochenasche 301, 379.
Kobalt 5, 7, 19, 226.
Kobaltoxyd, salpetersaures 122, 195.
Kochsalz 333.
Kohle, Verhalten der Körper gegen dieselbe beim Glühen 193.
Kohlenoxyd 115.
Kohlensäure 117, 282, 375, 343, 346.
Kohlensäurebestimmung 343, 346, 363, 375.
Kohlenstickgas 115.
Kohlenstoff 5, 9, 16.
Kohlenwasserstoffgase 114.
Königswasser 123, 156.
Körper 3.
Kupfer 5, 7, 19, 215.
Kupferkies 391.
Kupferoxyd 215; kohlens. 150.
— schwefelsaures 131.
Kupfervitriol 131, 182.
Kürbisasche 450.

L.

Lacmuspapier 122, 188.
Lanthan 5, 6, 17.
Legirungen, Analyse ders. 389.
Lehm 437.
Lehmboden 424.
Leichtmetalle 6.
Letten 415, 417, 432.
Leuchtgas 114.
Lithion 239.
Lithium 5, 6, 18.
Löslichkeit der Körper im Wasser 134, 139, 143.
Lösungen, wässrige 133.
Lösungsmittel 133, 151.
— Aufeinanderfolge ders. 195.
Löthrohrflamme, Färbung derselben 195.
Luft, atmosphärische 8, 114.

M.

Maassverhältnisse bei chem. Verbindungen 27, 59.
Magnetische Körper 110.
Magnium 5, 6, 18.
Mangan 5, 7, 19, 160, 228.
Manganverbindungen, Löslichkeit ders. 142.
Masse 3.
Mehlbatzen 408, 409.
Mergel 353, 415, 418, 432, 444.
Messing, Analyse desselben 389.
Metalloïde 9.
Metallbasen 25.
Metalle 6.
— leichte 6.
— schwere 7.
— Verhalten ders. vor dem Löthrohre 192, 193.
Metallegirungen 386.
Metalloxyde, färbende 194.
Metallsäuren 24.
Meter 83.
Mineralsäuren 24.
Mischungsgewichte der Elemente 31, 32.
— der Verbindungen erster Ordnung 41.
Mittelsalze 26
Molybdän 5, 7, 19.
Monotiskalk 409.
Moorwasser 448.
Multipeln, chemische 28, 37.
Muschelkalk 406.
Muschelkalkboden 425.
Mutterlaugensalz 336.

N.

Natrium 5, 6, 18.
Natron 125, 157, 170, 242.
— antimonsaures 144.
— essigsaures 130, 179.
— kohlensaures 132, 160, 178, 376.
— Bestimmung der Kohlensäure desselben 376.
— phosphors. 131, 179.
— unterchlorigs. 162.
— weinsaures 144.
Natronverbindungen, Löslichkeit ders. 139.
Neutralsalze 26.
Nichtmetalle 8.
Nickel 5, 7, 19, 226.
Niobium 5, 7, 17.
Norium 5, 6, 20.
Normalsalze 47.

O.

Ocherradicale 16, 17.
Ochsenknochen 381.
Organische Substanzen, Bestimmung derselben in den Erden, 363, 447; Unterscheidung von den unorgan. 191.
Osmium 5, 7, 19
Oxalsäure 124, 165, 266.
Oxydationsmittel 120.
Oxyde verbindungsfähige 44.
— verbindungsträge 45.
— verbindungsunfähige 45.
Oxydradicale 16.

P.

Palladium 5, 7, 20.
Pelopium 5, 7, 17.
Pentathionsäure 255.
Petit-Dulong's Gesetz 35.
Phosphor 5, 9, 16, 112.
Phosphorige Säure 274.
Phosphorsalz 121, 161.
Phosphorsäure 273, 319.
Phosphorsaure Salze 219.
Phosphorwasserstoff 115.
Physikalische Eigenschaften und Veränderungen der Körper 82.
Platin 5, 7, 20, 209.
Platingeräthschaften, Vorsicht beim Gebrauche derselben 194, 330.
Platinchlorid 128, 178.
Platinchlorid-Chlorkalium 143.
Platinsalmiak, Löslichkeit desselben 143.
Pottasche 374.

Q.

Quecksilber 4, 7, 20, 112, 210.
Quecksilberchlorid 128, 176.
Quecksilberoxyd, salpeters. 130, 176
Quecksilberoxydul, salpeters. 129, 176.
Quellwasser 288, 331.

R.

Radicale, Elementar- 10, 16.
— zusammengesetzte 16, 23.
Raseneisensteine 318.
Reaction, alkalische 189.
— neutrale 190.
— saure 188.
Reagentien für Basen 198.
— — Säuren 198.
Reagenzpapiere 188, 197.
Rechnungen, stöchiometrische 61.
Reduction der Metalle 193.
Reductionsmittel 120.
Reductionszahlen, analytische 68.
Rhodium 5, 7, 20.
Rhizokorallium-Dolomit 413.
Runkelrübenasche 448.
Ruthenium 5, 7, 20.

S.

Saalthal, geognostische Verhältnisse dess. 403.
Salpeter 121, 277.
Salpetersäure 123, 154, 163, 276.
Salpetrige Säure 116, 278.
Salze 11, 25, 26, 41, 44.
Salzsäure 117, 123, 155, 163.
Salzzeuger 14.
Sand 304, 443.
Sandstein 420, 442.
Sättigungscapacität der Sauerstoffsäuren 44, 46.
Sauerstoff 4, 8, 13, 113.
Sauerstoffbasen 24, 44, 45.
Sauerstoffsäuren 24, 44, 45.
— Sättigungscapacität derselben 44, 46.
Sauerstoffsalze 25.
Saurierdolomit u. *Saurierkalk* 413.
Saurierknochen 414.
Säuren 10, 23, 24, 45, 197, 245.
— binäre, ternäre, quaternäre 23.
— organische, unorganische 24.
— einbasische, mehrbasische 45.
Säureradicale 16.
Säurezeuger 12.
Schaumkalk 408, 409.
Schmelzbare Substanzen 118.
Schmelzmittel 120.
Schwefel 5, 9, 14, 111, 160, 195.
Schwefelammonium 128, 161, 166, 186.
Schwefelcyankalium 187.
Schwefelkalium 161, 166.
Schwefelnatrium 161, 166.
Schwefelsalze 25.
Schwefelsäure 123, 156, 164, 269.
Schwefelwasserstoff 117, 124, 166, 185, 253.
Schwefelwasserstoff-Ammoniak 128.
Schweflige Säure 118, 125, 164, 270.
Schwermetalle 7.
Schwerspath 159.
Selen 5, 9, 14, 19.
Selenbasen 25.
Selensalze 25
Selensäuren 24.
Silber 5, 7, 20, 215.
Silbermünzen 390.
Silberoxyd, kohlens. 150.
— salpeters. 130, 182, 187.
Silicium 5, 9, 17.
Soda 121, 160.
Specifisches Gewicht der Asche 104, 105.
— Bestimmung desselben 98.
— der Chloride 98.
— der Erden 91.
— der Felsarten 95.
— der festen Körper 87.
— der Flüssigkeiten 86.
— der Gase 8.
— der Gesteine 91.
— des Glases und Steinzeugs 91.
— der Leichtmetalle 6.
— — Metalle und Metallegirungen 7, 87.
— — schweren Metalloxyde 96.
— — Metalloïde 9.
— — Nichtmetalle 8.
— — Salze 98.
— — Schwefelmetalle 97.
— — Steinkohlen 90.
Stärkekleister 188.
Stickoxydgas 114.
Stickoxydulgas 114.
Stickstoff 4, 8, 16, 113.
Stöchiometrie 27.
Stöchiometrische Rechnungen 61.
Stoff 3.
Strontian 233.
— kohlens. 147.
— salpeters. 147.
— schwefels. 147.
Strontianhydrat 146.
Strontium 5, 6, 18.
Sublimirbare Substanzen 111.
Sulfidradicale 18.

Sulfobasen 24.
Sulfobasenradicale 19.
Sulfosäuren 24.
Sulfosäureradicale 19.
Sumpfgas 114.
Süsswasserkalk 431, 435.
Süsswasserkalkboden 435.

T.

Tabellen zur Ermittelung der unorgan. Basen 201, der Säuren 245.
Tabellen über die *Löslichkeit* einiger für die *Analyse* wichtigen unorganischen Verbindungen 143.
Tabellen über die Löslichkeit einiger für die *Pflanzenernährung* wichtigen Substanzen 139.
Tabellen über die Mengen des kohlens. Kalis in den Pottaschenlösungen 379.
Tabellen der spec. Gewichte der festen u. flüssigen Körper 9, 86.
Tabellen der spec. Gew. der gasförmigen Elemente 8.
Tabellen der spec. Gew. der Metalle und Metalloxyde 6, 7.
Tabellen zur Vergleichung des Grammgewichts mit den übrigen Gewichten 84.
Tabelle der wasseranhaltenden Kraft der Erden 461.
Tabelle der wasserhaltenden Kraft der Erden 453.
Tafel analytischer Reductionszahlen 70.
Tafel der Aequivalente der Elemente 32, 33, 34.
Tafel der Aequivalente der Verbindungen erster Ordnung 42.
Talkerde 238.
— phosphors. Ammoniak- 65, 148
— schwefels. 131, 180.
Talkerdeverbindungen, Löslichkeit ders. 141.
Tantal 5, 7, 17.
Tellur 5, 7, 14, 19.
Terbium 5, 6, 17.
Terebratulitenkalk 408, 410, 411.
Tetrathionsäure 256.
Thon 159, 445.
Thonerde 142, 230.
Thorium 5, 6. 17.
Titan 5, 7, 17.
Töpferthon 445.
Torfaschen 294, 371.
Trias, chemische 35.
Tripelsalze 25.
Trithionsäure 256.
Tuffkalk 430, 435.

U.

Ueberchlorsäure 280.
Ueberschuss bei Analysen 327.
Unschmelzbare Substanzen 119.
Unterchlorige Säure 116, 263.
Unterchlorsäure 116.
Untersalpetersäure 278.
Unterschwefelsäure 258.
Unterschweflige Säure 254.
Uran 5, 7, 17.
Uranoxyd 229.

V.

Vanadin 5, 7, 19.
Verbindungen, chemische 21.
— binäre, ternäre, quaternäre, quinäre 21.
— erster, zweiter, dritter höherer Ordnung 21, 22.
— indifferente, neutrale, zweideutige 12
— positive und negative 12.
Verbrennung 10.
Verluste bei Analyse 324.
Verpuffung 195.
Volumgewichte 60.

W.

Wärme, specifische 35.
— Wirkung derselben auf die Körper 111.
Wasser 57, 112, 122, 151, 163, 244, 288, 331, 400, 448.
Wasseranhaltende Kraft d. Erd 460.
Wasserhaltende Kr. d. Erd. 363, 453.
Wasserradical 17.
Wasserstoff 4, 8, 17, 114.
Wasserstoffbasen 25.
Wasserstoffsäuren 24.
Weg, nasser 195, trockner 191.
Weingeist 162.
Weinsäure 124, 165.
Weinstein 143.
Weinsteinsalz 121.
Wellenkalk 407.
Wiesenboden 429.
Wismuth 5, 7, 19, 217.
Wolfram 5, 7, 19.

Y.

Yttrium 5, 6, 17.

Z.

Zersetzung chem. Verbindungen 71.
Ziegelthon 348, 415, 417.
Zink 5, 7, 19, 226
Zinkoxyd, kohlens. 150.
Zinn 5, 7, 19, 213.
Zinnchlorür 127, 175.
Zirconium 5, 6, 17.
Zünder (Elementarzünder) 10, 12.

Druckfehler, Zusätze und Berichtigungen.

Seite 18 Zeile 11 von unten ist hinter *indem es* einzuschalten: *als Oxyd.*

— 19 — 1 v. u. setze man *Die Sulfosäurenradicale* statt *Sie.*

— 21 — 14 v. oben ist hinter „*Radicalen und*" einzuschalten: *zwischen schwächer negativen und stärker negativen.*

— 24 — 17 v. o. setze man *saure Verbindungen* statt *Verbindungen.*

— 33 — 15 v. u. setze man *Die Mischungsgewichte der wichtigsten Elemente* statt *die wichtigsten Mischungsgewichte der Elemente.*

— 35 — 20 v. u. setze man $\frac{J + Cl}{2} = Br$ statt $\frac{J + Br}{2} = Br.$

— 45 — 16 v. o. setze man 2R : 3O; statt 2R : 3R;

— 52 — 4 v. o. setze man 2(16 + 24) statt (16 + 24).

— 56 — 6 v. o. s. m. $(KO, 11 MgO), 12 SiO + (Fe^2O^3, 2 Al^2O^3), 12 SiO + 3 HO$ statt $(KO, 11 MgO), 12 SiO + (Fe^2O^3, 2 Al^2O^3 + 12 SiO) + 3 HO$.

— 72 — 12 v. o. streiche man nach KO die Zahl 2.

— 82 — 2 v. u. setze man *eintreten* statt *hervorgebracht werden.*

— 108 — 7 v. u. s. m. *Kupferoxydul* nach *Eisenoxyd.*

— 112 — 1 v. u. s. m. *gewässertes Eisenchlorid* statt *gewässertes Eisenoxyd.*

— 125 — 11 v. o. s. m. *schwefligsauren* statt *schwefligen.*

— 137 — 2 v. o. s. m. 235,8 statt 325,8.

— 155 — 16 v. o s. m. nach schwefelsaurem Strontian *schwefelsauren Kalk.*

— 155 — 20 v. o. s. m. ein E vor „*In verdünnter*" u. s. w.

— 156 — 2 v. o. s. m. *in Salzsäure* nach *Elemente.*

— 167 — 6 v. o. s. m. nach Schwefelwasserstoff: *Diese Niederschläge sind Schwefelzink oder Schwefelmangan.*

— 171 — 13 v. o. s. m. *Quecksilberoxyd* statt *Quecksilberoxydul.*

— 193 — 20 v. u. s. m. 4) vor Unterscheidung.

— 208 — 9 u. 10 v. o. (erste und zweite Spalte) s. m. *Weinsäure oder weinsaures Kali* statt *Oxalsäure und oxalsaures Kali.*

— 209 — 15 v. o. s. m. *Weinsäure* statt *Oxalsäure.*

— 209 — 6 v. u. s. m. *oder Weinsäure* nach *Oxalsäure.*

— 210 — 1 v. u. s m. nach Salpetersäure: *durch Weinsäure weiss, der Niederschlag löst sich in Salpetersäure.*

— 228 — 14 v. o s. m. nach Wasser *mit rothbrauner Farbe.*

Seite 258 Zeile 2 von oben setze man nach Unterschwefelsäure *(Dithionsäure)*.
— 272 — 2 v. u. s. m. *siebenten* statt *fünften*.
— 344 — 19 v. o. füge man hinzu:

Kalkbestimmung aus der ermittelten Kohlensäure.

Hat man sich durch qualitative Analyse überzeugt, dass in dem zur Untersuchung gegebenen Kalksteine nur Kalk (und keine Talkerde, kein Eisenoxydul) an Kohlensäure gebunden vorhanden ist, so kann aus der gefundenen Kohlensäuremenge die Quantität des kohlensauren Kalks berechnet werden. Die gefundene Kohlensäuremenge sei x, die Menge des kohlensauren Kalks y, so ist y = 2,2727 x; denn

$$CO^2 : CaO, CO^2 = x : y \text{ oder } 22 : 50 = x : y \text{ und}$$

$$y = \frac{50\,x}{22} = 2{,}2727\,x.$$

Seite 363 Z. 21 v. o. setze man *wasserhaltenden* statt *wasserhaltigen*.
— 374 — 3 v. u. s. m. *Gemisch* statt *Gewicht*.
— 388 — 1 v. u. s. m. $x = \frac{31{,}72\,.\,n}{39{,}72} = 0{,}7986\,n$ st. $x = \frac{31{,}72\,.\,n}{39{,}72}$.
— 396 — 12 v. u. füge man nach *erforderlich.* hinzu: *Oder* 8,393 *Gramme Essig sättigen* 1 *Grm. krystallisirte Soda.*
— 401 — 2 v. o. s. m. 1000 statt 100⁰.
— 403 — 2 v. u. s. m. *lockeren* statt *ockeren*.
— 415 — 4 v. o. s. m. *Mergel sind natürliche, dichte* u. s. w.
— 415 — 6 v. o. s. m. *Letten dagegen natürliche, leicht zerreibliche* u. s. w.
— 423 — 5 v. o. s. m. *Mergels* statt *Lettens*.
— 448 — 13 v. u. s. m. 1000 statt 100.

Unbedeutende Druckfehler, die vielleicht übersehen worden sind, möge der Leser selbst verbessern.

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Ludwig, Herm.

Grundzüge der analytischen Chemie unorganischer Substanzen

Jena 1851

Chem. 214 l
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10073330-0